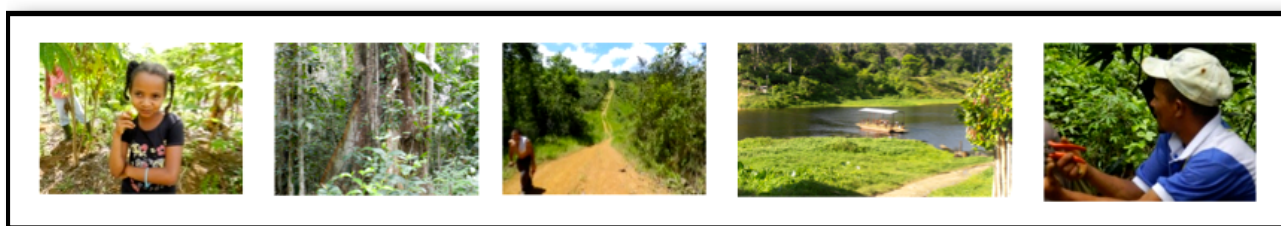


PROPOSTA D'UNA METODOLOGIA PRÀCTICA: CÀLCUL DE POTENCIALITATS DE CAPTACIÓ DE CARBONI EN SISTEMES AGROFORESTALS A L'APA ITACARÉ/SERRA GRANDE-BRASIL



Dirigit a : Mecenass da Vida, (APA Itacaré- Serra Grande - Brasil)

Redactat per: Raquel Segura
Carles Sàez
Xavier Garcia



JUNY 2012



AGRAÏMENTS

És difícil anomenar a totes les persones que ens han ajudat a acabar aquest projecte i presentar-lo com el que és. Ens agradaria anomenar-les a totes i cadascuna, però hauríem de realitzar un altre projecte paral·lel.

Degut al caràcter pluridisciplinari d'aquest treball, han contribuït persones de diferents àmbits. Volem agrair a l'Elena Gorriz el seu suport tècnic, a l'Antonio Bueno la seva ajuda informàtica, a en Miquel Jover pels consells i suport botànic i al seguiment del tutor docent Emili Mató.

Agraïm especialment la col·laboració rebuda per part de l'equip de l'associació Mecenas da Vida i en especial a en Salvador Ribeira, a la Marlize Antunes i en Tiago Tombini. A l'Eva Arbat perquè sense ella aquest projecte no s'hauria arribat a fer. Mai oblidarem a la comunitat d'agricultors, els quals ens van rebre i acollir com si fóssim un més de la família i ens van deixar entrar a casa seva sense dubtar-ho. Molt en especial a en Miguel Bomfim de Souza, en Ronildo Santos da Silva (Gaso), en Joao Carlos Cardoso i en Pedro Santos da Silva (Fiado), per la seva ajuda incondicional.

Gràcies a en Ruben Javier Mur per la seva feina com a tutor tècnic. Tot el temps invertit i totes les noves aportacions que han servit per augmentar la qualitat d'aquest estudi.

Gràcies també a la "Universidade Estadual de Santa Cruz" (UESC) i el "Instituto de Estudos Socioambientais do Sul da Bahia (IESB) per proporcionar-nos tota la informació que necessitàvem, i a la "Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira" (CEPLAC) pels anàlisis i l'atenció rebuda, molt en especial a en Claudio Padua, a en Quintino Reis, a l'Erivaldo da Souza, a en Robério Pacheco i a en George Pellegrini.

Gràcies també a l'Eduardo, a en Jeff Stoike i a en David Ross per facilitar-nos dades sense les quals hagués estat complicat seguir endavant amb el projecte.

A totes aquelles persones que ens han donat suport tant en l'àmbit professional i personal durant la nostra estància a Brasil, als amics que hem fet i que mai oblidarem de Pé de Serra i Serra Grande.

Per acabar, donar les gràcies als nostres familiars i amics per la paciència i suport en tot moment.



1. PREÀMBUL

El present treball respon a la demanda de l'assignatura de Projecte de quart de Ciències Ambientals de la Universitat de Girona. També a l'interès personal dels autors sobre els processos de mitigació del canvi climàtic, com és el segrest de carboni.

Des de l'entrada en vigor del Protocol de Kyoto (PK) al 2005 i l'inici del comerç d'emissions de CO₂ en el mateix any, juntament amb una major conscienciació de la població civil en temes medi ambientals, han sorgit diverses iniciatives entorn a aquesta temàtica. Des de iniciatives com els plans UN-REDD+ (The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries) d'entitats internacionals, fins a petites iniciatives locals, promogudes per ONG.

El present projecte: "**Proposta d'una metodologia pràctica: càlcul de potencialitats de captació de carboni en sistemes agroforestals a l'APA Itacaré/Serra Grande, Bahía-Brasil**" elaborat en el 2012, neix a través del contacte amb una d'aquestes ONG, anomenada "Mecenas da Vida" i de la possibilitat d'aportar un **model de càlcul** més específic al seu programa de neutralització de carboni, amb sistemes agroforestals (SAF).

No s'han trobat fonts d'informació sobre monitoratge de carboni en SAF en aquesta regió. Aquest treball, esdevé així, pioner en aquest àmbit d'estudi en aquesta regió determinada. En el projecte hi queden reflectits resultats que permeten conèixer la capacitat de segrest d'aquests SAFs i poden resultar una eina efectiva per l'associació i per futurs treballs sobre monitoratge de carboni en aquests sistemes.



2. ÍNDEX

2.1. Índex de figures	8
2.2. Índex de taules	10
3. Acrònims i abreviatures	11
4. Introducció	13
5. Justificació	15
6. Objectius	16
7. Antecedents	17
7.1. Enmarcament en una realitat global	17
• La convecció Marc sobre el canvi climàtic i el protocol de kyoto	17
• Repartiment dels permisos d'emissió	18
• Mecanismes flexibles del protocol de kyoto	18
• Mercat de les emissions	19
• Mercat de les emissions	20
• Pagaments per serveis ambientals	20
• Literatura prèvia	21
7.2. Enmarcament en una realitat local: Itacaré (brasil)	21
• Mecenas de vida	22
• El CEPLAC	23
• Novo Código Forestal	24
8. Caracterització de l'àrea d'estudi	26
8.1. Localització, descripció i delimitació	26
• Determinació de les zones d'estudi	27
• Delimitació de les parcel·les	28
8.2. Medi físic	28



• Geologia i geomorfologia	28
• Climatologia	29
8.3.Medi biòtic	31
8.4.Estatus legal	33
8.5.Medi socioeconòmic i cultural	34
9.Metodologia	36
9.1. Metodologia general	36
• Esquemes metodològics	36
9.2. Metodologia específica	38
• Primera fase: cerca fonts d'informació	38
• Segona fase: treball de camp	39
• Tercera fase: tractament estadístic	45
10.Pla de seguiment	51
11.Resultats	52
11.1.Resultats sòls: factors que influencien amb el contingut de Carboni en el sòl	56
11.2.Resultats sòls: resultats finals del carboni en el sòl a vint anys.	65
11.3.Resultats necromassa i m.o.m : resultats finals del carboni en el sòl	70
11.2.Resultats totals: resultats finals del carboni, una unitat de segrest a vint anys.	72
12.Discussió	73
12.1.Espècies	73
12.2.Sòls	75
12.3.Necromassa i matèria orgànica morta	79
11.4.Discussió general	81
13.Propostes d'actuació	82
13.1.Futurs escenaris :plantejament d'escenaris futurs	82
• Escenari 1: Màxim emmagatzematge de CO2 a Taboquinhas	82



• Escenari 3: Màxima diversitat a Taboquinhas	86
14.Comparativa econòmica dels diferents escenaris	90
14.1. Relació de l'avaluació econòmica proposada amb l'estat actual de mecenars da vida	95
15.Conclusions	96
16.Fonts d'informació	99
16.1.Bibliografia	99
16.2.Urlgrafia	102
16.3.Agents Consultats	103
17.Glossari	104
18.Annex	107
18.1 Annex taules (cd)	107
18.2 Material complementari (cd)	107



2.1.ÍNDIX DE FIGURES

INTRODUCCIÓ

1. Figura 4.1: Evolució de la concentració de CO₂

ANTECEDENS

3. Figura 7.1: Funcionament del Programa “Turismo CO₂ Neutro”

CARACTERITZACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

4. Figura 8.1: Ubicació de l'estat de Bahia
5. Figura 8.2: Municipi Itacaré, APA i nuclis urbans
6. Figura 8.3: Localització punts d'estudi
7. Figura 8.4: Climograma Taboquinhas
8. Figura 8.5: Climograma Itacaré
9. Figura 8.6: Medi biòtic. Mapa vegetació.

METODOLOGIA

10. Figura 9.1: Recollida de l'alçada manual
11. Figura 9.2: Recollida de l'alçada amb clinòmetre
12. Figura 9.3: Recollida de la distància entre espècies més properes
13. Figura 9.4: Perfil sòl
14. Figura 9.5: Extracció mostra de sòl i mesura
15. Figura 9.6: Perforador manual de sòls i mostra de 500gr.
16. Figura 9.7: Recollida M.O.M. i necromassa

RESULTATS

17. Figura 11.1: Diagrama de caixes
18. Figura 11.2: Comprovació de tendència negativa
19. Figura 11.3: Correlació àrea basal (açai)
20. Figura 11.4: Correlació àrea basal (cupuaçu)
21. Figura 11.5: Correlació àrea basal (cacau)
22. Figura 11.6: Gràfic lineal pH-H⁺
23. Figura 11.7: Gràfic dispersió pH-H⁺
24. Figura 11.8: Gràfic dispersió pH-C
25. Figura 11.9: Gràfic dispersió pes sec-C
26. Figura 11.10: Gràfic dispersió inclinació-C
27. Figura 11.11: Gràfic columnes sòl argilós i arenós
28. Figura 11.12: Gràfic columnes Itacaré-Taboquinhas
29. Figura 11.13: Gràfic carboni en els SAFs
30. Figura 11.14: Gràfic dispersió C-anys Taboquinhas
31. Figura 11.15: Gràfic dispersió C-20 anys Taboquinhas
32. Figura 11.16: Gràfic dispersió C-anys Itacaré
33. Figura 11.17: Gràfic dispersió C-anys Itacaré (argilosos i arenosos)
34. Figura 11.18: Gràfic dispersió C-anys Itacaré (argilosos)
35. Figura 11.19: Gràfic dispersió C-20 anys sòls argilosos
36. Figura 11.20: Gràfic dispersió C-sotabosc
37. Figura 11.21: Gràfic dispersió C-diàmetre
38. Figura 11.22: Gràfic visual línia de tendència

**PROPOSTES D'ACTUACIÓ**

39. Figura 13.1: Gràfics comparatius escenaris. CO₂ màxim

40. Figura 13.2: Dibuix escenari 1

41. Figura 13.3: Gràfic comparatius escenaris. Producció

42. Figura 13.4: Dibuix escenari 2

43. Figura 13.5: Gràfic comparatius escenaris. Diversitat

44. Figura 13.6: Dibuix escenari 3



2.2.ÍNDEX DE TAULES

METODOLIGIA

1. Taula 9.1: Fòrmules biomassa per espècie
2. Taula 9.2: Metodologia per recollir mesures de diàmetres
3. Taula 9.3: Rangs biomassa segons les espècies
4. Taula 9.4: Rangs pH
5. Taula 9.5: Resum ús de sòl segons cada agricultor

PLA DE SEGUIMENT

6. Taula 10.1: Cronograma

RESULTATS

7. Taula 11.1: Paràmetres i fòrmules del creixement forestal
8. Taula 11.2: Fòrmules aplicades al creixement
9. Taula 11.3: Resultats dels models polinomial i logarítmics
10. Taula 11.4: Resultats models en columna
11. Taula 11.5: Resultats climatologia
12. Taula 11.6: Matriu resum. Usos del sòl
13. Taula 11.7: Contingut de carboni en els sòls dels SAFs
14. Taula 11.8: Resultats de correlació. Factors influenciables en el SOC
15. Taula 11.9: Carboni emmagatzemat en el sòl
16. Taula 11.10: Models logarítmics sotabosc i àrea basal
17. Taula 11.11: Dades quilogrames de biomassa per tones de carboni

DISCUSSIÓ

18. Taula 12.1: Comparativa biomasses

RESULTATS

19. Taula 14.1 Matriu externalitats positives i negatives
20. Taula 14.2: Cost d'Unitat de Segrest (UdS)
21. Taula 14.3: Referències de preus de costos de producció
22. Taula 14.4: Taula de costos
23. Taula 14.5: Beneficis totals dels escenaris



3. ACRÒNIMS I ABREVIATURES

APA: Area de Protecção Ambiental
AAU: Atributed Amount Units
ABSP: Àrea Basal de l'espècie més propera
BA-ES: Bahia-nord d'Espírito Santo
CCX: Chicago Climate Exchange
CDM: Clean Development Machine
CEPLAC: Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
CER: Certified Emission Reduction
CO₂: Diòxid de carboni
CO: Carboni Orgànic
CV: Coeficients de variació
CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente
COP: Conferència de les Parts
DAFO: Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats
EEUU: Estats Units
EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EIA: Estudi d'impactes Ambientals
ERU: Emergency Response Unit
EU ETS: European Union Emission Trading Scheme
FAO: Food and Agriculture Organization
GEH: Gasos d'Efecte Hivernacle
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET: International Emission Taxes
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
IPPC: International Plant Protection Convention
IUSS: International Union of Soil Sciences
JI: Joint Implementation
MOM: Matèria Orgànica Morta
MO: Matèria orgànica
NOAA: National Oceanic Atmospheric Administration
ONG: Organització no Governamental
PAQLF: Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios
PE-AL: Pernambuco-Alagoas
PK: Protocol de Kyoto
PMA: Països Menys Avançats
PNA: Pla Nacional d'Assignació
PRAD: Pla de Recuperació d'Àrees Degradades
PSA: Pagament de Serveis Ambientals
REED: Reducció de la Desforestació i Degradació
RIC: Rang interquartíl·lic
RGGI: Regional Greenhouse Gas Initiative
RIMA: Informe d'Impacte Ambiental



SAF: Sistemes Agroforestals

SiBCS: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente

SP-RJ: Sao Paulo-Rio de Janeiro

UdG: Universitat de Girona

SP-RJ: Sao Paulo-Rio de Janeiro

UdG: Universitat de Girona

UE: Unió Europea

UESC: Universidade Estadual de Santa Cruz

UNCED: United Nations Conference on Environment and Development

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change

UN-REDD: The United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries

VER: Verified Emission Reduction

WRB: World Reference Base for Soil Resources



4. INTRODUCCIÓ

El sistema Terra mai ha estat en equilibri absolut i sempre han existit oscil·lacions de temperatura. En l'últim mil·lenni, per exemple, hi ha hagut variacions com el Període Càlid Medieval (900 a 1.200 d.C.) i la Petita Edat de Gel (1.500 a 1.850 d.C.) (Fagan, 2009). Per tant, no és agosarat afirmar que estem en una variació natural, a la qual s'està superposant l'actual escalfament antròpic (Benito, 2008). Si s'agafa com a referència la temperatura mitja global en superfície, del període 1961 a 1990, es pot veure com existeix una tendència a l'alça, on la taxa de la temperatura cada vegada és major¹ (IPCC, 2007). Tanmateix, en paral·lel a l'augment de temperatura, els nivells de CO₂ han experimentat un creixement notable (*figura 4.1*). La seva concentració atmosfèrica calculada en 220 ppmv al final de la última glaciació, s'ha incrementat fins a 280 ppmv a l'inici de la revolució industrial del segle XIX (en nou mil anys), i s'han superat els 360 ppmv en menys d'un segle i mig (Ciais, 1999).

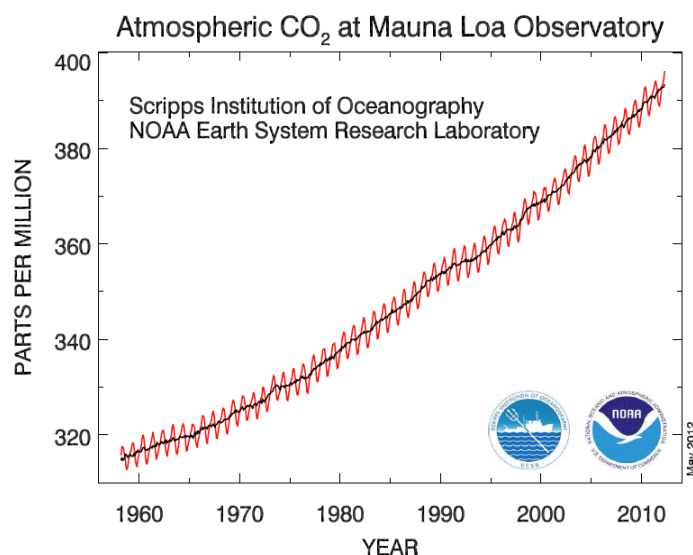


Figura 4.1. Evolució de la concentració de CO₂ en els últims decennis. La concentració actual ja supera els 380 ppm.
Font: NOAA.

El motiu que el CO₂ hagi estat el centre d'atenció de tot aquest procés, és degut a que és un dels gasos que incrementa l'efecte hivernacle (GHE). Aquest és emès en l'ús de combustibles fòssils i té un gran impacte en l'escalfament global (IPCC, 2007)².

En l'últim terç del segle XX el terme "escalfament global" salta de l'àmbit científic als mitjans de comunicació com a "canvi climàtic", expressions no identificables (Pardo, 2010). Aquesta preocupació d'un canvi climàtic lligat als increments de CO₂, ha suscitat l'interès i atenció de la societat en general (Weart, 2008). La creació del IPCC al 1988 i la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (UNFCCC, en anglès) al 1992 o l'encomanament del govern del Regne Unit de l'informe Stern al 2006, són clars exemples que evidencien aquesta inquietud (Pardo, 2010).

¹ Vegeu annex: Dades d'interès: Introducció: Figura 1

² Vegeu annex: Dades d'interès: Introducció: Figura 2 i 3



També han sorgit nombroses entitats, tant governamentals com no governamentals, que treballen en els àmbits de l'eficiència energètica, la millora tecnològica de processos industrials i la **conservació del medi natural**, com a mesures per mitigar l'impacte del CO₂ a l'atmosfera.

En aquest projecte s'ha treballat en una entitat no governamental, que es troba en la regió de Bahia (Brasil). L'associació "Mecenas da Vida" és una ONG que treballa en l'àmbit de la conservació del medi natural, fent partícips la pròpia població local. Petits agricultors dels municipis d'Itacaré i Uruçuca a l'Estat de Bahia que forment part del projecte, realitzen pràctiques conservacionistes i en compensació reben un pagament, per aquests serveis. Aquests diners provenen d'una taxa voluntària que paguen alguns empresaris turístics dels mateixos municipis. Pagant aquest import, els empresaris obtenen un segell distintiu que acredita la compensació de les seves emissions de CO₂.



5. JUSTIFICACIÓ

La preocupació generada sobre l'escalfament del planeta i els efectes que pot arribar a causar tant en l'economia mundial (Stern, 2006), en l'àmbit social, polític i medi ambiental (IPCC, 2007), i sabent que una de les principals causes d'aquest canvi en el clima és d'origen antropogènic (NAP, 2001), condueix a un compromís ètic com a individus per intentar mitigar els efectes d'aquest canvi produïts per la contaminació, entre ells, els GEH.

En la regió de Bahia, on es realitza el present estudi, s'han aplicat iniciatives amb principis similars als Mecanismes de Desenvolupament Net (CDM, en anglès), ja que aquests treballen en agricultura, silvicultura i protecció d'ecosistemes boscosos. Un valor afegit a aquestes iniciatives locals, és afavorir la cohesió social i conservar el patrimoni cultural. Això ajuda a conscienciar a la pròpia població local sobre la importància del seu estil de vida i com aquest pot arribar a ser determinant en la conservació de l'entorn, reforçant així la seva autoestima i valorant molt més els recursos dels quals viuen (Filho, 2011).

En afegit, es disposa de la oportunitat de treballar amb una iniciativa innovadora, ja que tot i havent-se realitzat nombrosos estudis sobre quantificació de carboni, molt pocs tracten sobre la potencialitat dels ecosistemes per emmagatzemar el carboni en un temps determinat.

Així, amb el present treball, es pretén facilitar els càlculs de segrest de carboni de les plantacions³ realitzades en el marc del projecte de "Mecenas da Vida", agilitzant la feina de la organització i atorgant-li un valor afegit científic i contrastat. D'aquesta manera es pot produir un augment de famílies de petits agricultors que es poden beneficiar d'aquesta iniciativa, donant-li un nou valor a la protecció de la selva.

Gràcies a la presència d'entitats locals i ONG interessades en col·laborar en propostes que contribueixin a millorar la degradació de la zona, va facilitar el procés d'elecció de la regió per part dels autors.

³ Les plantacions amb les que treballen són basades amb sistemes agroforestals (SAF).



6.OBJECTIUS

- ☀ Ideal·ar una metodologia pràctica i fonamentada per determinar la potencialitat de captació de carboni d'un tipus de plantació SAF específic per la zona d'estudi.
- ☀ Enfortir la metodologia de càlcul de carboni de l'associació Mecen·as da Vida en el marc del seu projecte de neutralització d'emissions en el turisme.
- ☀ Deixar les eines adequades per a que la metodologia sigui reproduïble per l'organització, i permeti una autonomia a l'hora de gestionar els espais naturals de la zona.
- ☀ Realitzar propostes de millora i de seguiment de la metodologia proposada.



7. ANTECEDENTS

7.1. ENMARCAMENT EN UNA REALITAT GLOBAL

LA CONVECCIÓ MARC SOBRE EL CANVI CLIMÀTIC I EL PROTOCOL DE KYOTO

Al llarg del segle XX s'ha incrementat la preocupació vers els problemes mediambientals, per les conseqüències negatives que tenen en el nostre futur. Hi ha hagut un canvi gradual de prioritats en la política internacional, cada vegada més propera a adoptar mesures correctores en el creixement de les societats. El canvi climàtic és potser el problema mediambiental que més ressò ha tingut, degut a les pertorbacions ecològiques, socials i econòmiques que comporta. Una de les causes d'aquest canvi és l'increment exponencial dels gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera (GEH)⁴, que provoquen un escalfament a nivell planetari. Davant d'aquest context, les Nacions Unides van organitzar la Conferència de Rio (UNCED, en anglès) al 1992, en la que hi van participar 172 països i 2.400 representants de ONGs i que va marcar una fita en la presa de consciència pública cap al medi ambient (Boada et al., 2002). D'aquí va sorgir el tractat de la Convenció Marc sobre el Canvi Climàtic⁵ (UNFCCC, en anglès) en que l'objectiu era estabilitzar les concentracions de GEH en l'atmosfera a un nivell acceptable. A partir de 1995 es van establir les Conferències de les Parts (COP, en anglès), en les que els signants al tractat UNFCCC i membres de les Nacions Unides, es reunien cada any per avaluar el progrés i l'estat dels canvis. En la 3^a COP de 1997 es va escriure el Protocol de Kyoto (PK) en el que s'estableixen els límits d'emissió de GEH, compromentent als països signataris de l'Annex I⁶, a reduir o limitar les emissions de forma obligatòria. Aquest va ser ratificat per la Unió Europea (UE) al 2002 i al mateix any va entrar en vigor el 16 de febrer de 2005, per Brasil, després de la ratificació per part de Rússia al novembre de 2004, amb la que es representaven el 61,6% de les emissions a nivell mundial (Marcos et al. 2008). El PK preveu una reducció d'un 5,2% de mitjana respecte les emissions de 1990, entre el període de 2008 i 2012. El missatge d'aquest tractat va cobrar importància progressivament, com a resultat de la preocupació general expressada a tot el món, sobre el problema davant del canvi climàtic fins a l'actualitat.

Tot i així, en les últimes COP de Copenhaguen al 2009, la de Cancún al 2010 i recentment a Durban a finals de 2011, el sentiment resultant és de fracàs vers la lluita contra el canvi climàtic i la prevalença dels interessos mercantils. Tot i que, aquesta última conferència serà recordada com l'inici del compromís dels principals emissors de GEH (EEUU, Índia i Xina) en un acord de mínims no vinculants i l'allargament del PK en un segon període fins al 2017. Del PK s'han desadherit Canadà, Japó i Rússia, i el preu de la tona de carboni s'ha passat de 14€/tCO₂ fins a 7€/tCO₂. A més, nombroses entitats com Greenpeace, la Confederació Sindical

4 Vegeu annex: Dades d'interès: Antecedents: Figura 5

5 Aquest tractat va entrar en vigor el 21 de març de 1994. A desembre de 2009 s'havien adherit al UNFCCC 192 estats, actualment 194 països entre ells Brasil que va ser dels primers en signar.

6 Vegeu annex: Dades d'interès: Antecedents: Figura 4: Annex I UNFCCC



Internacional i fins i tot Oxfam, han criticat durament aquesta falta de consens i aquest acord de mínims⁷.

REPARTIMENT DELS PERMISOS D'EMISSIÓ

El PK va acordar unes quotes sobre la quantitat màxima de GEH, que cada país signant de l'acord i inclòs en l'Annex I, pot emetre. Els permisos d'emissió, coneguts com a crèdits de carboni, són atorgats a les empreses en funció de la seva capacitat d'emissió i en funció del que dictaminí el país on es troba. Així, en el cas d'Espanya, es realitza mitjançant el Pla Nacional d'Assignació (PNA). El propietari d'aquests permisos, per cada crèdit té el dret d'emetre una tona mètrica de CO₂ o l'equivalent en qualsevol altre gas d'efecte hivernacle. Una empresa que redueixi les seves emissions de CO₂ pot optar per vendre els seus permisos segons tres mecanismes de flexibilitat.

El mecanisme de Kyoto pel comerç del CO₂ va ser adoptat per tots els països de la UE seguint el Règim de comerç de Drets d'Emissió (UE ETS, en anglès). Aquest mercat és el més gran del món en quant a comerç d'emissions de carboni. En el cas de Brasil, com a país en el No Annex, no té cap tipus de compromís en quant a reducció d'emissions, i per tant, no necessita comerciar amb els crèdits de carboni, però sí que pot rebre **projectes de reducció o fixació de carboni** dels països de l'Annex I, mitjançant només un dels tres mecanismes de flexibilitat descrits en el següent punt.

MECANISMES FLEXIBLES DEL PROTOCOL DE KYOTO

El protocol de Kyoto estableix tres mecanismes de flexibilitat els quals permeten als països o operadors en països en l'Annex I, adquirir o vendre drets d'emissió de GEH:

- a. Mecanismes d'aplicació conjunta (JI, en anglès): permet la inversió de projectes de reducció o de fixació de carboni entre països de l'Annex I. El país inversor li compra al receptor els drets d'emissió que s'anomenen Unitats de Reducció d'Emissions (ERU, en anglès).
- b. **Mecanismes de Desenvolupament Net (CDM, en anglès)**: el mateix principi que l'anterior, però el país receptor ha de ser un no inclòs a l'Annex I. El país inversor obté Certificats de Reducció d'Emissions (CER, en anglès).
- c. Comerç d'Emissions Internacional (IET, en anglès): permet als països de l'Annex I comprar o vendre crèdits a altres països de l'Annex I. Els països poden comerciar amb diferents tipus d'unitats comptables que siguin reconegudes, com les Unitats de Quantitat Atribuïda (AAU, en anglès), els CERs i els ERUs.

⁷ Referència: www.gobiernospanol.es.



MERCAT DE LES EMISSIONS

Actualment hi ha diversos mercats de comerç d'emissions, uns són mercats amb sistemes regulatoris obligatoris i altres són de caràcter voluntari. Els primers són els que estan regulats pel PK, i els altres són els que tenen una regulació pròpia o simplement no estan regulats. Els mercats d'emissions més importants tant de regulació obligatòria, com de voluntaris són: esmentat EU ETS⁸, el Chicago Climate Exchange (CCX), el Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) o els Verified Emission Reduction (VER).

Una proposta emergent, és la disminució de les emissions provinents de la **Reducció de la Desforestació i Degradació** (REDD, en anglès), que permeten la preservació i conservació dels boscos. Aquesta iniciativa s'ha anat establint al llarg de les últimes reunions de la COP⁹, fins a ser una realitat al 2009. El Banc Mundial amb el seu programa "World Bank's Forest Carbon Partnership Facility", és l'organisme que més ha potenciat els programes REDD, com també les Nacions Unides amb el programa "UN-REDD Programme".

Les dades més recents, són les que va presentar el Banc Mundial amb la redacció de l'informe "Estat i tendències del mercat del carboni 2011", el qual parla sobre la baixada que pateix la compra i venda de CO₂, la poca claredat sobre com serà la regulació en els temps post-Kyoto a partir del 2013 i la falta de nous dissenys amb formats de mercat "cap-and-trade"¹⁰, en l'intercanvi de drets d'emissió. L'informe atribueix aquesta tendència a la falta d'un marc regulador clar posterior a 2012, després del fracàs de la cimera de Copenhaguen sobre el clima.

Els programes REDD han rebut diverses crítiques de sectors diferents (Cabello 2010, Black 2011), els quals alerten, que la definició de boscos de les Nacions Unides no distingeix entre boscos naturals i plantacions monocultiu. La inclusió de les terres agrícoles com a embornals de carboni serà contraproductiu pel petit productor i que la falta de protecció dels drets de la població indígena portarà a un nou colonialisme, ja que els negocis es realitzaran amb la persona que es cregui que té autoritat sobre les terres o amb qui estigui disposat a fer-se-les seves per mitjans legals. A més, la gran crítica al sistema REDD és que no realitza cap tipus de millora per segrestar CO₂ de l'atmosfera, sinó que només s'evita la seva emissió (Cabello 2010). Per aquest motiu, actualment el PK dictamina que el segrest de carboni en el sòl i la desforestació evitada no són contemplades per obtenir crèdits de CDM.

En els articles 3.3 i 3.4 del PK, és redacta que la reforestació i aforestació només poden sumar l'1% dels certificats de crèdits de carboni. Tot i així, hi ha sectors que busquen reescriure

⁸ Dins del mercat Europeu d'emissions, existeixen diversos submercats com el PowerNext Carbon, el NordPool o l'European Energy Exchange

⁹ Al 2005 la Coalició de Nacions amb Boscos Humits (CfRN, en anglès) va fer una proposta en la 11^a COP que no va arribar a enlloc. Al 2007 es va arribar a un acord d'urgència per evitar emissions de la desforestació i la degradació dels boscos. Finalment a la 15^a COP, al 2009 a Copenhaguen es va establir el mecanisme REDD.

¹⁰ "Cap-and-trade" és com s'anomena el mètode triat per la COP en el PK de posar límit a les emissions de cada sector i comprar en cas d'excés o vendre en cas de defecte, pels avantatges que té respecte les taxes sobre les emissions o les regulacions estrictes en els sectors de les activitats emissores.



aquesta norma, amb el que pot suposar davant d'un augment d'emissions sense cap tipus de projecte de segrest.

MERCAT DE LES EMISSIONS

Els CDM va cobrar impuls el 2005, després de l'entrada en vigor del Protocol de Kyoto, i han permès l'acreditació de les reduccions d'emissions basades en projectes de desenvolupament en països en vies de desenvolupament (Gupta et al. 2007). Aquest mecanisme, des de l'1 de gener de 2005, els projectes presentats com a CDM augmentaven en un valor de gairebé 100 MtCO₂e, dels estalvis projectats per a l'any 2012 (Carbon Trust, 2009). Tot i així, es considera que el potencial de creixement és molt major que el del mercat EU ETS (Marcos et al. 2008). A finals de 2008, més de 4.000 projectes es van presentar per a la seva validació i d'aquests, més de 1.000 es van registrar a la Junta Executiva dels CDM, i per tant, tenien dret a generar CERs (Carbon Trust, 2009). Al 23 de març de 2010, 2.099 projectes van ser registrats per la Junta Executiva com a projectes CDM. Aquests projectes reduirien les emissions de GEH per un equivalent estimat de 220 milions tCO₂ l'any. Hi ha al voltant de 4.000 projectes que encara no s'han certificat. Aquests projectes reduirien les emissions de CO₂ en més de 2,5 milions de tones fins a finals de 2012. S'estima que el major potencial per a la producció de CER és la Xina (52% del total) seguit de la Índia (16%) i d'Amèrica Llatina i el Carib (15%), amb Brasil com a major productor (7% del total) (Banc Mundial, 2010).

Tot i aquestes bones expectatives, els CDM tenen també limitacions, com són els pocs beneficis col·laterals pel desenvolupament, una addicionalitat¹¹ qüestionable, la ineficiència de les operacions, l'abast de les operacions ja que no inclou sectors bàsics com el del transport i les preocupacions sobre la continuïtat del mercat més enllà de 2012 com descriu el Banc Mundial en l'últim informe de 2010. Aquest mateix grup descriu una sèrie de barreres a la utilització del CDM en els països en vies de desenvolupament. Aquestes dificultats són la disponibilitat de la tecnologia, el finançament, la pobresa, els costos superiors de la informació fiable, les limitacions inherents al disseny d'edificis i una adequada gestió de polítiques i programes. A més, el flux d'inversions del CDM s'ha desviat cap a un petit grup de països en desenvolupament, deixant de banda aquells menys desenvolupats i que més ho necessiten. Això últim, no obstant, pot estar motivat per la capacitat i el lideratge a l'hora d'utilitzar el CDM (Banc Mundial, 2010).

Banc Mundial descriu una sèrie de barreres a la utilització del CDM en els països menys avançats (PMA). PMA han experimentat una menor participació en el CDM fins ara, ja que no disposen de recursos financers, no hi ha una bona planificació del territori i la corrupció és elevada.

PAGAMENTS PER SERVEIS AMBIENTALS

Els projectes de **pagament per serveis ambientals (PSA)** d'escala global s'apliquen a varis països en diferents continents. El seu objectiu és evitar la desforestació i evitar la pèrdua de

¹¹ Terme emprat en els CDM per referir-se a que un projecte és addicional quan el carboni capturat en el mateix, és més del que es capturaria si no es realitzés el projecte en qüestió.



recursos per canvis d'ús de la terra, enfortint les comunitats locals reduint la seva pobresa i assegurant la seva supervivència i seguretat alimentària, i generant a llarg termini serveis de carboni verificables. La diferència amb els CDM rau en que no té unes condicions tant rigoroses i no cal tanta burocràcia per promoure un projecte (Plan Vivo Foundation, 2012). Unes condicions molt sovint impossibles d'aconseguir per la majoria de regions empobrides i sense organització administrativa i legal. Aquesta iniciativa presenta moltes oportunitats que s'ajusten molt bé dins del context en que es troba la regió i seria una molt bona opció a considerar en un futur pròxim.

LITERATURA PRÈVIA

Des de la ratificació del Protocol de Kyoto al 1997, s'ha motivat l'estudi sobre l'estimació de biomassa de determinats ecosistemes i plantacions, i sobre la quantitat de carboni que aquesta biomassa conté, per tal de calcular la quantitat d'aquest element que es pot moure de l'atmosfera. En el cas de les zones tropicals i subtropicals, aquests estudis han adquirit major rellevància, ja que aquests ambients són els que potencialment poden arribar a tenir més biomassa. Diferents autors ens han servit com a base bibliogràfica per treballar amb fórmules matemàtiques específiques per espècies de diferents autors.

Alguns d'aquest estudis són els següents:

1. Al 1996 científics de l'IPCC van realitzar el document *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*,
2. Aguirre (2006), Roncal (2006) o Delgadillo et al. (2007) van realitzar estudis sobre agricultura i silvicultura.
3. Sabine et al. (2004), Brown (1997) i Cairns et al. (1997) van realitzar treballs més genèrics que tracten sobre l'estimació a nivell mundial del carboni en els boscos i els diferents estats.
4. Informe de 2001 dels autors Dixon (1994) i Schlesinger (1991), que avaluen el contingut total de carboni terrestre acumulat.
5. Návar (2009) i Sierra et al. (2007), treballen en el món acadèmic sobre sistemes forestals en el tròpic.
6. Cordero (2003) treballa amb flora tropical.
7. Chave et al. (2005) realitza treballs sobre l'estimació de la biomassa amb càlculs al·lomètrics

7.2. ENMARCAMENT EN UNA REALITAT LOCAL: ITACARÉ (BRASIL)

Hi ha diverses entitats que treballen en matèria agrícola i forestal en la regió de Itacaré – Serra Grande, de titularitat pública o privada, empreses o entitats sense ànim de lucre. Aquest projecte ha establert contacte principalment amb dues d'aquestes entitats: una és la ONG "Mecenas da Vida" i l'altra és l'organisme públic "Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira" (CEPLAC).



MECENAS DE VIDA

La ONG "Mecenas da Vida" localitzada al municipi de Uruçuca (Bahia, Brasil), va ser creada al 2007. Realitza projecte de desenvolupament humà a través de la capacitat dels agricultors tradicionals de la regió, per tal d'aconseguir que deixin de ser els autors de la degradació de la selva, passant a ser els agents conservadors de la mateixa. La ONG treballa amb diverses línies per aconseguir aquest objectiu, i una d'elles és el projecte "Turisme CO₂ Neutre".¹²

Turisme CO₂ neutre podria definir com un projecte de desenvolupament humà i de conservació de l'ecosistema que neutralitza les emissions de CO₂ seguint la línia dels CDM i dels REDD a escala local. Els participants d'aquest projecte són les famílies d'agricultors dins de l'Àrea de Protecció Ambiental (APA) Itacaré-Serra Grande, i per altra banda els empresaris locals.

Les famílies d'agricultors reben un pagament cada mes provinent d'un fons que gestiona la ONG anomenat "**Bolsa de Conservação**". El compromís dels agricultors és de plantar cert nombre d'arbres en les zones desforestades de les seves propietats, podent aplicar així un SAF que els doni una producció agrícola afegida. També han de complir la condició de no tallar més selva per aconseguir àrea de cultiu i seguir altres polítiques conservacionistes com les de no caçar. Aquesta Borsa prové del pagament que realitzen tots els establiments que voluntàriament formen part del projecte. Els tècnics de la ONG calculen el CO₂ que emeten els establiments, que de manera voluntària participen en el projecte, per neutralitzar les seves emissions de CO₂. Aquest valor es calcula prèviament en funció de residus, despesa de llum, gas, aigua, etc., i paguen a la ONG una quantitat en funció d'aquest valor emès. Aquests establiments reben a canvi un segell que els avala com a neutralitzadors de les seves emissions.

El cicle es tanca entre empreses i persones amb responsabilitat ambiental que passen a finançar la conservació de les selves i les reforestacions, i els agricultors que reben aquest finançament a canvi de conservar els recursos naturals dels quals depenen.

Amb aquesta col·laboració entre empreses i agricultors permet solucionar les problemàtiques de caràcter socio-ambiental presents en la regió:

1. La **destrucció** de les selves tropicals que comporta una pèrdua de diversitat (en aquesta regió de Mata Atlàntica), la degradació dels recursos naturals i l'increment de les emissions de diòxid de carboni.
2. L'**exclusió** social de les comunitats tradicionals que viuen en condicions precàries i que busquen en les activitats il·legals (explotació de fusta, venda de carbó, caça comercial) una opció per sobreviure.

La línia de "**Turisme CO₂ Neutre**" treballa per un desenvolupament turístic sostenible i la transformació de la regió "APA Itacaré/Serra Grande" en un destí model·lic de turisme responsable.

¹² Referència: <http://www.mecenasdavid.org.br/espanol/programas/turismo-carbono-neutro>



L'any 2009 un membre de la Universitat de Girona (UdG), va iniciar una línia de treball per enfortir punts de la metodologia del segrest de carboni del projecte "Turisme CO₂ Neutre".

Aquell any, es va realitzar un anàlisi de Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats (DAFO) sobre la metodologia emprada per la ONG Mecenass da Vida. Em aquest anàlisi es van determinar les següents febleses ¹³ (Mur, R.J, 2009):

1. No es té en compte el CO₂ del sòl.
2. No es té en compte que cada agricultor té una àrea protegida de selva i SAF diferent.
3. No té en compte la diversitat de densitats i creixement de les diferents espècies.

El present treball té com a punt de partida aquest anàlisi, i pretén millorar el mètode de càlcul de CO₂ que una plantació pot arribar a segrestar.

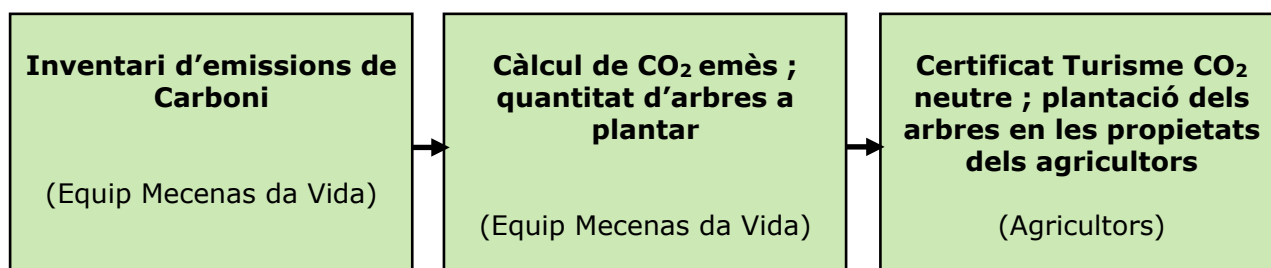


Figura 7.1: Esquema funcionament Programa "Turismo CO2 Neutro"

EL CEPLAC

El CEPLAC és un òrgan del Ministeri d'Agricultura de Brasil. La seva missió és promoure la competitivitat i sostenibilitat dels sectors agropecuaris, agroforestal i agroindustrial per el desenvolupament de les regions productores de cacau. Va ser creada al 1957 a arrel de la crisi del cacau degut a l'afecció fúngica de *Crinipellis perniciosus* coneguda com a "escombra de bruixa", i actualment actua en sis estats de Brasil. En les instal·lacions de l'estat de Bahia es poden trobar en les seves 761ha: camps de proves de cacau, laboratori de sòls, infraestructura de piscicultura i ramaderia, un centre de recuperació del peresós i una fàbrica pròpia de xocolata, entre les més conegudes.

El laboratori de sòls del CEPLAC va iniciar les seves activitats l'any 1966, amb la finalitat de poder donar a conèixer o recomanar una forma adequada de l'ús de fertilitzants i la correcció d'aquests si és necessari, basats en resultats analítics obtinguts de la recollida de diferents mostres dels terrenys. Té una capacitat per analitzar 30.000 mostra/any. Actualment respon a la demanda de sol·licituds analítiques provinents de terrenys de "cabruca" i altres cultius de la regió.

El laboratori està format per un equip ampli, que ajuda a disminuir la desocupació laboral de la regió i des del 1998 forma part del Programa de Control i qualitat (PAQLF), supervisat i controlat per la "Embrapa solos", Rio de Janeiro, que anualment rep el Certificat d'Excel·lència i l'atorga amb un certificat. El laboratori del CEPLAC disposa d'un programa que va engegar fa

¹³Estudi sobre: Posibilidades de fortalecimiento de la metodología de captura. Informe intern



cinc anys per ajudar als petits agricultors. A Brasil segons el "Código artículo 1.521 del Código Civil" diu que qualsevol propietari d'un terreny ha de tenir el seu terreny registrat en un llistat públic de l'Estat Federal. Els petits agricultors de vegades no tenen els recursos ni els mitjans suficients per poder arribar a saber que és obligatori i arribar-ho a fer. Per tant, el laboratori del CEPLAC va engegar aquest programa "Petits Agricultors"¹⁴ per tal de subvencionar els primers anàlisis del sòl de cada petit agricultor per tenir-los encadastrats en els seus llistats públics.

Aquest programa al cap i a la fi ha ajudat a les tres parts implicades en el projecte:

- Els agricultors tenen els seus terrenys inscrits en el cadastre del CEPLAC.
- El CEPLAC ha aconseguit encadastrar petits agricultors, per tant, ha incrementat el nº d'agricultors en els seus cadastres.
- El projecte, present, ha aconseguit les dades de sòls necessàries per la realització dels estudis.

NOVO CÓDIGO FORESTAL¹⁵

Actualment a Brasil hi ha una gran controvèrsia entre Organitzacions No Governamentals (ONG), partits polítics i agricultors. La revisió, l'any 2010, del text del codi forestal ha portat a la presidenta Dilma Rousseff ha estar en primera línia de foc amb el tema de conservació del medi ambient.

El codi forestal brasiler que va ser creat l'any 1965 per la dictadura militar de Castelo Branco. En els últims anys s'ha vist que aquest text ha quedat desfasat. Aquest fet ha sigut el desencadenant de les confrontacions entre partits polítics i ONGs.

El 25 de maig del 2012 la presidenta Dilma va aprovar parcialment el nou codi forestal. Va vetar dotze dels vuitanta-quatre articles i en va modificar trenta-sis. Ara aquest codi ha de passar per la cambra de diputats i ha de ser aprovat per ells.

Aquests fets d'actualitat han generat diferents conflictes entre la població brasilera¹⁶.

Per una banda (propietaris amb terrenys) la modificació del nou codi es veu amb bons ulls. Es podrà passar de protegir el 80% de bosc amazònic a només el 50%. Per tant es podrà talar més quantitat de bosc i poder cultivar més terrenys. A més a més s'ha introduït l'amnistia per raons de justícia ambiental¹⁷. És a dir, tots aquells que hagin infringit la llei en el passat, aquesta no tindrà cap tipus de repercussió sobre ells.

¹⁴ Referència: www.ceplac.gov.br

¹⁵ Tota la informació ha sigut extreta dels diferents diaris electrònics de Brasil. També revisant els documents oficials del Governo Federal do Brasil.

¹⁶ Referència: www.floripatimes.com

¹⁷ S'entén com a justícia ambiental que cap grup de persones de diferents grups socials, ètnics o socioeconòmics no hauran de carregar amb una responsabilitat desproporcionada les conseqüències ambientals de determinades pràctiques.



Aquests fets van fer que les organitzacions en protecció del medi ambient es vegués obligades a demanar a la presidenta que vetés per complet el nou codi forestal. Entre altres motius el nou codi forestal disminueix la protecció d'àrees ja protegides. Això incrementa la possibilitat de la tala de boscos.

Per altra banda s'ha incrementat l'àrea de protecció en les APP (Áreas de Proteção Permanente). En el codi actual s'estableix que a banda i banda dels rius hi ha d'haver una àrea de protecció permanent de 10 metres. El nou codi amplia aquesta àrea a 15 metres.

El Govern de Brasil, en la conferència de COP es va comprometre a reduir les seves hectàrees de tala per any en un 80% fins al 2020. Actualment està talant unes 6.000 ha/any. La qual cosa fa que al 2020 ha d'arribar, com a màxim, a 3000 ha/any. Les associacions en protecció al medi ambient es queixen que amb el nou codi forestal aquesta fita no es podrà aconseguir. Els propietaris podran talar més proporció de la seva propietat de la que podien talar abans. Per l'associació Mecenass da Vida això pot comportar l'abandonament del projecte d'alguns agricultors o que sigui més difícil que nous propietaris s'addereixin, pel fet de sortir-los més rendible talar que preservar.



8. CARACTERITZACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

8.1. LOCALITZACIÓ, DESCRIPCIÓ I DELIMITACIÓ

En aquest apartat es descriu la ubicació geogràfica i la zonificació del treball de camp.

Brasil és un dels països més grans de l'hemisferi sud i és el cinquè país del món amb una major superfície (8.514.876 km²) (IBGE, 2010). Té una gran varietat de característiques geogràfiques. Situat als fusos de UTC-4 i UTC-3, pel nord del país hi passa l'equador (0°) i pel sud, el tròpic de capricorn (23,2°) (Compare Infobase, 2008).

El Brasil està format per vint-i-set estats repartits per tot el territori en diferents extensions, per això és considera una República Federal des del 1825. L'estat de Bahía, el cinquè estat en extensió més gran del país amb un total de 567.295 km² i amb una extensió de litoral de 1.183 km, és l'estat amb un litoral més llarg del país. En aquest estat hi ha un total de 417 municipis passant d'uns dos milions d'habitants a la capital (Salvador de Bahía) a 3.000 habitants en els municipis més petits. (IBGE, 2010) (*figura 8.1*)

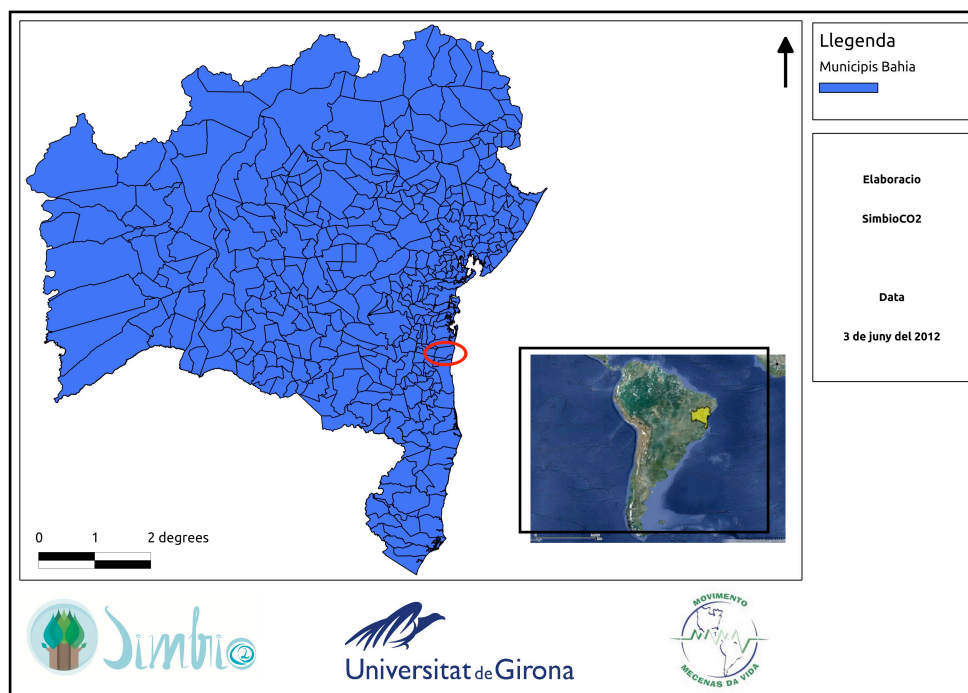


Figura 8.1: Ubicació de l'estat de Bahía amb els seus municipis. Elaboració: SimbioCO2

Itacaré és un municipi que està situat a la desembocadura del *Rio Contas*. És en aquest municipi on hi ha l'**Àrea de Protecció Ambiental d'Itacaré-Serra Grande**, creada l'any 1993 pel "*Decreto nº 2.186*" amb la respectiva modificació l'any 2006, que va ser ampliada la seva superfície fins a protegir un total de 62.960,16 ha. Itacaré té una població total de 17.893 hab. repartida per tots els districtes que conté. Un dels districtes més importants és Taboquinhas, a 28 km d'Itacaré, situat a la llera del *Rio Contas*. (Equipe Itacare.com, 1996) (*figura 8.2*)

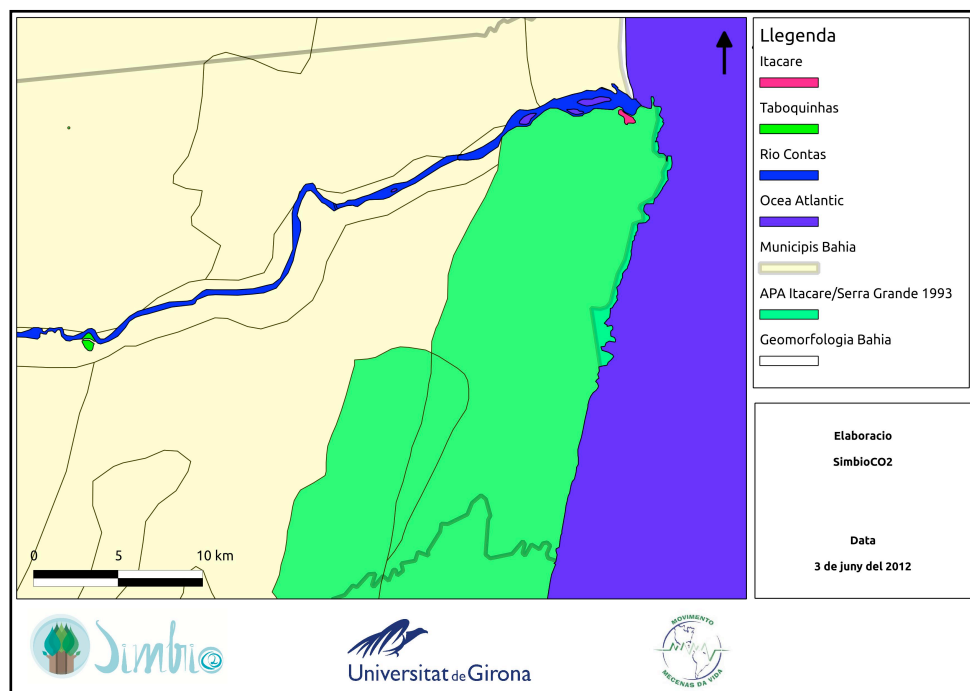


Figura 8.2: Municipi d'Itacaré amb l'APA Itacaré-Serra Grande i els nuclis urbans. Elaboració: SimbioCO2

DETERMINACIÓ DE LES ZONES D'ESTUDI

Les zones d'estudi d'aquest treball s'han agafat de la localitat d'Itacaré i del districte de Taboquinhas.

A Itacaré s'han agafat vuit terrenys per prendre les mesures corresponents. Aquests terrenys pertanyen a cinc agricultors diferents que estan participant del projecte de "Turismo CO₂ Neutro" de l'Associació "Mecenas da Vida". (figura 8.3). A Taboquinhas s'han agafat vuit terrenys més que formen part d'un grup de cinc agricultors que també estan participant en el projecte de l'associació. (figura 8.3)

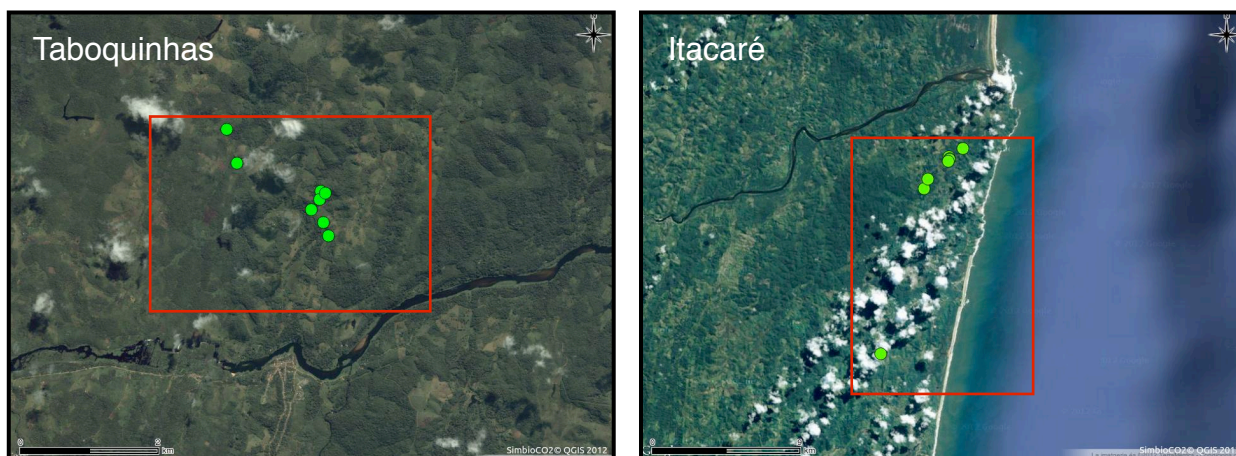


Figura 8.3: Localització de punts d'estudi (Itacaré -Taboquinhas).Elaboració: SimbioCO2. Font: google.es



DELIMITACIÓ DE LES PARCEL·LES

Cada un dels agricultors presents en el projecte té la seva propietat. Aquesta està separada amb dos unitats: una part romanent de selva primària o secundària i la **zona d'agricultura**.

Segons els objectius de l'associació Mecenass da Vida, els agricultors que participen al projecte es comprometen a protegir la seva àrea de selva. D'aquesta manera s'intenta protegir un tant per cent de la selva que encara queda en les zones d'Itacaré i Taboquinhas.

Per dur a terme aquest projecte s'ha treballat sobre la zona d'agricultura. En aquesta zona és on els agricultors cultiven els arbres fruiters per després poder comercialitzar el producte. Per tant, és on hi ha les espècies que s'han estudiat: **açaí** (*Euterpe oleracea*), **cupuaçu** (*Theobroma grandiflorum*) i **cacau** (*Theobroma cacao*). La part de la selva no s'ha considerat però seria interessant realitzar-ne l'estudi en un futur projecte.

Cada una d'aquestes àrees d'agricultura s'ha georeferenciat en un ortofotomapa per a realitzar càlculs d'àrees i perímetres¹⁸. D'aquesta manera s'ha pogut saber les àrees totals de cada agricultor en particular.

8.2. MEDI FÍSIC

GEOLOGIA I GEOMORFOLOGIA

Bahía, situada al nord-est del país de Brasil, té una geologia molt diversa. Hi ha diferents unitats geomorfològiques repartides per tot l'estat. Segons SiBCS els sòls més abundants de l'estat de Bahia són: *Latossolos* i *Neossolos* amb un 31% i 27,5% respectivament en tot el territori de l'estat. Són sòls amb una fertilitat mitjana-alta generalment poc profunds a causa del seu baix grau de meteorització.

Itacaré instal·lat a la desembocadura del *Rio Contas*. Aquest riu neix a la *Sierra de la Tromba*, situada a la *Chapada Diamantina*, al bell centre de l'estat de Bahía. Durant el seu llarg recorregut de fins a 620 km, recull grans quantitats de materials al·luvials. Aquests materials són abocats a la seva desembocadura que té una extensió de 53.334 km².

El *Rio Contas* ha desembocat durant molts anys en aquests territoris, cosa que ha fet que els sòls de la zona siguin molt rics amb diferents tipus de materials al·luvials. Aquests sòls són majoritàriament *Latossolo vermelho amarelo* i *Podzol*¹⁹.

Hi ha unes entitats pel que fa a la classificació de sòls que són interessants d'esmentar. Brasil va crear la seva pròpia classificació de sòls anomenada **Sistema Brasileiro de Classificação do Solos** (SiBCS). Una classificació que encara s'està actualitzant pels representants científics que la van començar a utilitzar. Aquesta classificació dista una mica de la classificació mundial World Reference Base for Soil Resources (WRB) creada l'any 1988, per la International Union

¹⁸ Vegeu annex: Exemple Fitxa de camp: georeferenciació, perímetre i àrea o CD de material complementari.

¹⁹ Vegeu annex: Dades d'interès: Característiques de la zona d'estudi: Figura 6 i 7.



of Soil Scienses (IUSS) i la Food and Agriculture Organization (FAO). Les unitats de sòls tan de l'una com l'altra són bastant similars, tot i que tenen una classificació diferent.

Degut a que tots els documents cercats per el projecte present són amb la classificació brasilera, ens hem vist obligats a explicar el perquè d'aquests noms possiblement diferents.

✓*Latossolo vermelho amarelo*²⁰: són sòls minerals i hidromòrfics. Són profunds, argilosos, porosos i permeables. (EMBRAPA, 1999). En el mapa estan representat en color vermell i taronja.

✓*Podzol*: és un sòl molt semblant al latossolo vermelho, és més típic de zones més temperades, és un sòl que reté bastants nutrients.

CLIMATOLOGIA

En la regió de Itacaré i Taboquinhas (Bahia) el clima que hi predomina és el tropical, més concretament el c.equatorial²¹, que només presentarà variacions segons els índex de precipitació de cada regió. Aquest clima és típic del tròpic.

Wladimir Peter Köppe, el defineix com un clima no àrid on els dotze mesos tenen temperatures superiors als 18° C (Köppe,P., 2005). Altres autors²² ho classifiquen com regions on mai és produeixen nevades (Papadakis ,1980).

Durant tot l'any hi ha una mitjana entre 37°C i 18°C, no obstant en els mesos de Juliol i Agost disminueix la temperatura entre 17°C i 24° C. La regió estudiada es troba en el litoral (regió del sertão²³, Ilhéus), on el clima és semàrid i els índex de plujes anuals poden arribar a sobrepassar els 1500 mm.

Aquest clima, permet el creixement de cultius sensibles a les gelades i que necessiten altes temperatures, com el café, la pinya, la banana, el cacau i el cupuaçu.

A la bibliografia consultada fins ara, s'ha trobat dades generals sobre el clima d'aquesta regió però no s'ha obtingut informació específica de les zones estudiades. Tot i així, gràcies a dades dels anys 2011-2012 (AccuWeather, 2012)²⁴ s'ha pogut elaborar dos climogrames locals, que permet observar quin és el clima i la precipitació concreta de Itacaré i Taboquinhas.

Els climogrames elaborats (*figura 8.4 i 8.5*) tot i tenir només dos anys de dades tractades. S'obtenen uns diagrames on les precipitacions són entre 900 i 1300 mm de precipitació anual i

²⁰ Segons el Sistema Brasileiro de Classificação do Solo.

²¹ Vegeu annex: Dades d'interès: Característiques de la zona d'estudi: Figura 8.

²² Papadakis, Juan, 1980

²³ Vegeu glossari

²⁴ <http://www.accuweather.com/ca/br/brazil-weather>



on les temperatures mitjanes màximes és troben entre els 30° C i 27° C i les mínimes entre 24° C i 23° C , són dades que s'ajusten a la bibliografia cercada²⁵.

Tot i que Itacaré es trobi al litoral i Taboquinhas a l'interior, els diagrames climàtics de les dues regions estudiades són molt similars, ja que pertanyen al mateix clima i la distància entre elles és molt poca. La dada ha destacar és que en la regió de Taboquinhas té dades lleugerament superiors tant en temperatura i precipitacions.

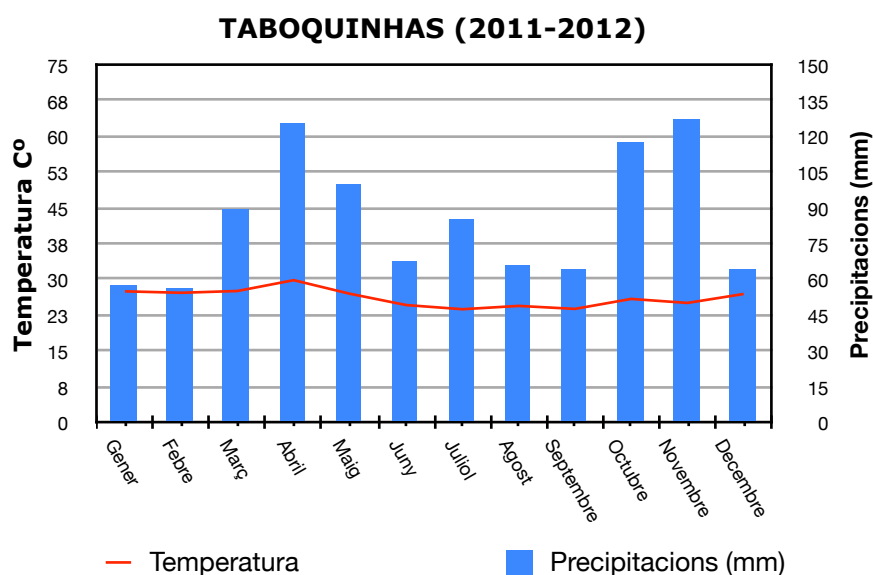


Figura 8.4: Climograma Taboquinhas 2011-2012. Elaboració: SimbioCO2

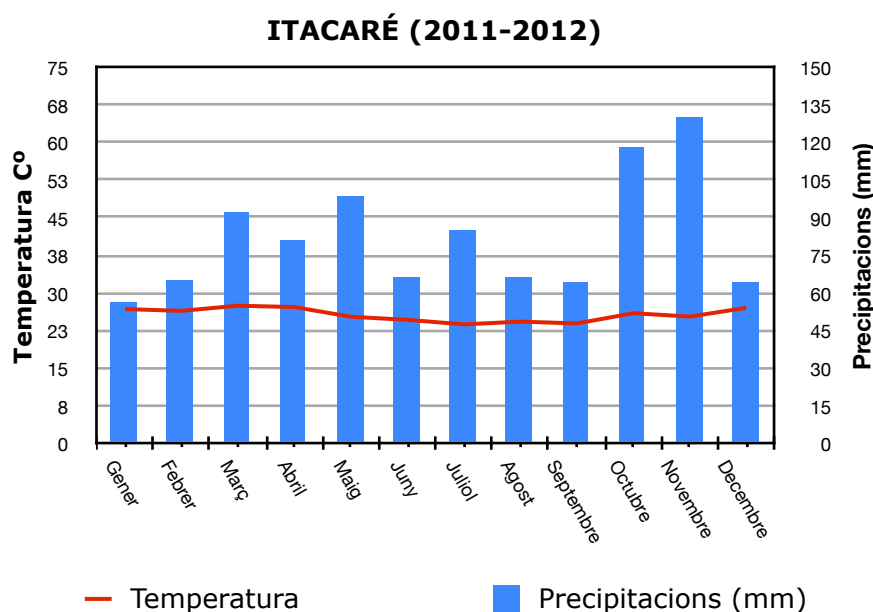


Figura 8.5: Climograma Itacaré 2011-2012. Elaboració: SimbioCO2

²⁵ Vegeu annex de taules (CD) : climatologia.



8.3.MEDI BIÒTIC

Aquest treball s'ubica en una zona de vegetació de Mata Atlàntica. Diversos factors a diferents escales geogràfiques i temporals han condicionat la gran biodiversitat d'aquesta zona. En general, els boscos tropicals tenen una gran biodiversitat, com en el cas de la selva Amazònica amb la que la selva Atlàntica va estar connectada durant llargs períodes de temps (milions d'anys), sense patir grans perturbacions. Així, amb una gran diversificació de nínxols i un afavoriment de l'especiació, resulten relacions de co-evolució de pol·linitzadors i de dispersors de llavors amb les plantes, entre d'altres (Ball & Sarsfield, 2012).

En l'actualitat, queda menys del 8% de la selva primària original de la Mata Atlàntica (Galino-Leal & Camara, 2003; MMA, 2000), i menys d'un 2% d'aquesta àrea està protegida en forma de "Unidades de Conservação" (MMA, 2000; Tabarelli et al., 2005). La selva s'ha anat talant i transformant en plantacions, pastures i zones urbanes segons les necessitats humanes cada vegada més grans, causant una gran fragmentació de l'hàbitat (Cassano, 2006).

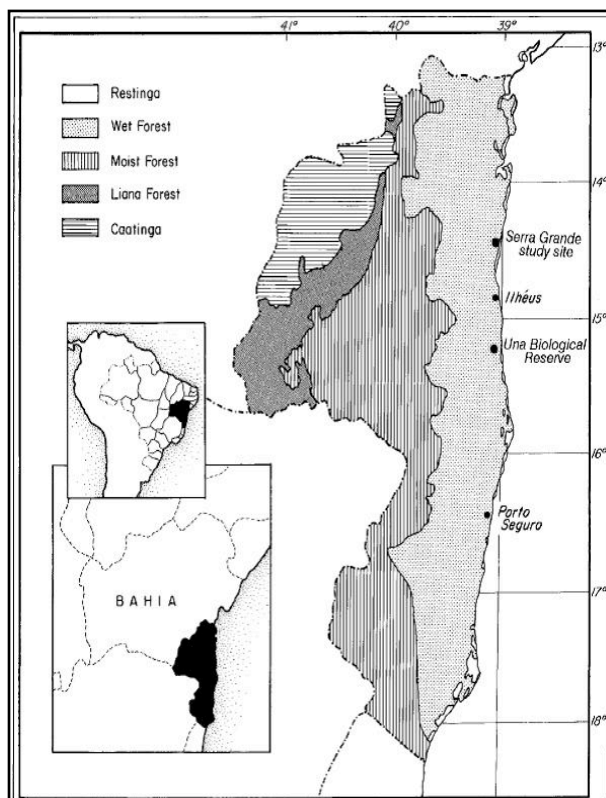
La Mata Atlàntica és una de les vuit regions amb major índex d'endemismes per àrea, de plantes i vertebrats, i amb un major percentatge de pèrdua de cobertura vegetal al mateix temps (Mittermeier et al. 2004; Myers et al. 2000). En nombrosos estudis es presenten macroregions amb un elevat nombre d'espècies úniques, formant centres d'endemismes ²⁶ (Brown, 1982; Lynch, 1979; Haffer, 1987; Mori, 1981; Silva & Casteleti, 2003; Thomas et al. 1998; Vivo, 1997). Aquesta gran biodiversitat endèmica es mostra per exemple amb el tití lleó (*Leontopithecus chrysomelas*) descobert al 1990, o el gènere d'au *Acrobatornis*, descobert al 1996 (Ball & Sarsfield, 2012).

²⁶ Vegeu annex: Dades d'interès: Característiques de la zona d'estudi: Figura 9.



En el sud de Bahia, la selva Atlàntica ocupa una extensió aproximada de 100-200 km d'ample (vegeu figura 8.6). La selva es torna més seca a mida que s'endinsa a l'interior de la regió. Des de la costa Atlàntica més humida, fins a l'interior més sec, es poden trobar sis tipus de comunitats vegetals majoritàries: vegetació psammòfila, *restinga*, bosc molt humit del sud de bahia, bosc humit del sud de bahia, boscos de lianes i *caatinga* (Thomas et al., 1998). Cada un d'aquests tipus de vegetació ocupa una franja d'aproximadament de 50 km d'ample, i varien de composició depenent del relleu, dels sòls i del drenatge formant un mosaic de diversos micro-habitats (Thomas, 1998).

Figura 8.6: Mapa de la vegetació original del sud de Bahia, amb la ubicació de les poblacions de la zona. Font: Thomas, 1998.



Entre 1945 i 1990 la superfície de selva en la regió del sud de Bahia va veure reduïda la seva extensió d'un 85% a un 6% (Mendoza et al., 1993), a causa de les plantacions tipus cabruca²⁷, que són plantacions de cacau (*Theobroma cacao*) sota ombra d'arbres nadius d'alt port. En aquesta regió la cultura del cacau va tenir una gran expansió durant la dècada dels 60, substituint la selva primària.

Així, a l'inici dels 80 ja s'havien plantat 400.000 ha de cacau. A finals de la mateixa dècada i a causa d'una afecció fúngica de les plantes de cacau anomenada "Vassoura-de-bruxa" (escombra de bruixa, *Crinipellis pernicioso*), aquest producte va tenir una gran devallada en el preu de mercat i molts dels productors van optar per la tala de les plantacions i dels redutes de selva que quedaven, com a alternativa a la renda (Alger & Caldas, 1994).

Actualment la zona del Sud-oest i l'extrem sud de Bahia es veu predominada per la pastura o l'activitat extensiva de cultiu de mandioca. Les lleis actuals no semblen garantir la conservació dels boscos primaris en front als fenòmens de sobreexplotació existents en el territori.

A causa de la fragmentació dels hàbitats, la fauna que queda en la selva Atlàntica s'ha vist reduïda i alguns hàbitats han quedat aïllada. Els grans carnívors (jaguar i puma) i ungulats (tapir i cérvol) han estat extirpats a causa de la caça o de la pressió ecològica com la falta d'hàbitat. En canvi, altres mamífers més petits com coatis, pècaris o peresosos són més comuns (Ball & Sarsfield, 2012). Les conseqüències de la falta d'aquestes espècies clau per la

²⁷ Vegeu annex: Dades d'interès: Característiques de la zona d'estudi: Figura 10.



dispersió de llavors i l'estructura del bosc, poden comportar efectes cascada²⁸ en l'ecosistema, afectant a altres poblacions de flora i fauna (Dirzo, 1991; Schmitz, 1997).

8.4. ESTATUS LEGAL

Brasil és un país en vies de desenvolupament, on en els últims anys hi ha hagut un creixement econòmic de forma exponencial. No obstant, les lleis i el Govern no han evolucionat de la mateixa manera i menys en àmbits de la conservació, recuperació i conservació del medi ambient (Sette, 2000).

Brasil és un país, on avui dia encara no s'ha implantat un sistema eficaç, davant la protecció, el control i fiscalització del medi ambient, penalitzant els abusos contra ell. Per altra banda, el poder jurídic també necessita major agilitat per assumir compromís en aquest àmbit. No tots els estats tenen legislació específica per les activitats i gestió del medi ambient, per tant és necessari saber les lleis acceptades pel govern de Brasil (Sette, 2000).

Les principals lleis brasileres²⁹ que existeixen avui dia relacionades amb la recuperació i conservació ambientals són les següents:

1. Lei Federal 4771/765- Código florestal: el codi forestal està implantat en les àrees de preservació permanent on només el poder públic executiu, pot autoritzar la tala de la vegetació. Determina la necessitat de les propietats que presenten àrees de reserva forestal i estandarditza tota la política brasilera. A partir de 1991, diversos estats brasilers van passar a tenir les seves pròpies lleis forestals, posant més restriccions de les que estaven redactades en el codi forestal brasiler. Un dels punts a destacar d'aquestes noves lleis forestals estatals, és que van incloure, la previsió i recuperació gradual de les àrees de reserva legal.
2. Lei Federal 6938/81- Lei de política Nacional de Meio Ambiente: És la primera llei que organitza la política del medi ambient i tota l'estructura governamental- a nivell federal, estatal i municipal- lligats als assumptes ambientals. Va crear la CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) i la SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente) (Reglamentada pel decret nº88.351 del 1 de Juny del 1983).
3. Lei Federal /347/85: Considerada com un avenç en termes de participació popular en accions relatives amb el medi ambient. Preveu l'acció civil pública creant instruments que permetin la defensa del medi ambient en l'esfera jurisdiccional. Crea instruments per viabilitat la recuperació de les àrees degradades, a través d'un fons específic i licitació per la contractació d'empreses per tal de recuperar les àrees degradades.
4. Resolussao CONAMA 001/86: Estableix criteris bàsics i directrius generals per l'Estudi d'impactes Ambientals (EIA) i l'Informe d'Impacte Ambiental (RIMA). Per determinats tipus d'empreses existeix l'avaluació prèvia al EIA i RIMA, on es realitzen els diagnòstics i planament d'accions de minimització d'impactes i la probabilitat de danys ambientals.

²⁸ Vegeu glossari

²⁹ Referència: "Recuperação Ambiental de Mata Atlântica" [p. 25,26]



5. Constitussao Federal de 1988- Artigo 225: La Mata Atlàntica és considerada patrimoni nacional i la seva utilització a fer de fins, d'acord amb la llei, d'acord amb les condicions que assegurin la conservació del medi ambient, inclou quin és l'ús dels recursos naturals. Consolida instruments ja existents, a partir de la carta magna, s'ha creat nous instruments que són aplicats en la protecció ambiental (acció popular, garanteix la seguretat col·lectiva i privada), a més de donar suport als mecanismes que ja existeixen.
6. Decreto lei 97632/89: Reglamentat a la llei 6938/81 incluint la recuperació de l'àrea degradada com una de les parts del RIMA. S'estableix el Pla de Recuperació d'Àrees Degradades (PRAD), que es pot utilitzar de forma preventiva o correctiva, per les àrees degradades per accions mineres. Cap estat té una legislació específica sobre la recuperació de les àrees degradades, que complementi la legislació federal ja existents. Una mesura principal seria l'aplicació de PRAD en altres activitats a part de l'activitat minera. No obstant, perquè això passi seria necessari l'ampliació de les lleis per part de l'estat i no només la penalització en la mineria i la construcció de carreteres sinó també en altres sectors potencialment degradadors del medi ambient.
7. Decreto Federal /750/932: Tracta la tala i l'explotació de la vegetació primària (bosc primaris) i els boscos en estadis avançats que es troben en la Mata Atlàntica. En aquest decret, només és possible la tala de Mata Atlàntica en l'estadi inicial de successió. Existeixen resolucions del CONAMA específiques pels diferents Estats del Brasil, segons les característiques dels diferents estadis de successió dels boscos; aspecte florístic, altura, diàmetre dels arbres, característiques qualitatives, etc
8. Lei Federal 9605/98: Tracta les sancions penals i administratives derivades de la conducta i activitats perjudicials pel medi ambient i d'altres procedències. A través de l'article 23 (Annex II), obliga al infractor a restaurar el medi ambient degradat. Es coneix com la llei dels "crims ambientals", permet que aquestes accions siguin considerades com a sanció penal. Aquesta llei té penalitzacions com; ajuts a serveis de la comunitat, la prohibició temporal de drets, suspensió parcial o total de les activitats, sanció i arrest dels béns.

8.5.MEDI SOCIOECONÒMIC I CULTURAL

És important conèixer el medi socioeconòmic que es troba al Sud de Bahia perquè està molt lligat a la conservació de les espècies natives de la regió. La població local té problemes socials i econòmics per poder sobreviure dels seus productes. En aquests indrets amb problemes socioeconòmics s'observa sempre fenòmens de pressió cap al medi natural. La població d'aquesta regió ha deixat la seva activitat agroekonòmica i s'ha desplaçat als nuclis de població més grans, per dedicar-se als serveis turístic, ja que s'ha vist un fort augment d'aquest sector (gran creixement demogràfic en els últims anys), per la pèrdua d'importància del cacau en el mercat internacional i la nova cultura de plantar mandioca des de fa aproximadament 40 anys.



Actualment hi ha la necessitat de millorar la legislació ambiental³⁰, augmentar el nombre d'àrees protegides i sobretot de buscar mitjans que permetin promoure un desenvolupament sostenible de les poblacions rurals perquè tinguin alternatives a degradar els boscos de la regió.

El desenvolupament sostenible és aquell que ha de permetre el benestar de les generacions actuals i futures. S'ha de proporcionar un creixement econòmic i millora de la qualitat de vida, però a la vegada és fonamental la conservació de recursos naturals i la qualitat del medi ambient.

Les poblacions locals tenen molt arrelada la cultura de la *cabruca* o la pràctica de cultivar mandioca, ja que la màxima preocupació és la seva supervivència. Resulta necessari segons la ONG, conscienciar aquesta gent que també es poden aconseguir mitjans de subsistència a través de sistemes agroforestals i a la vegada augmenta la conservació ambiental. D'aquesta manera s'aconseguiria més interès en conservar i reforesta la regió de Bahia.

³⁰ Ídem.

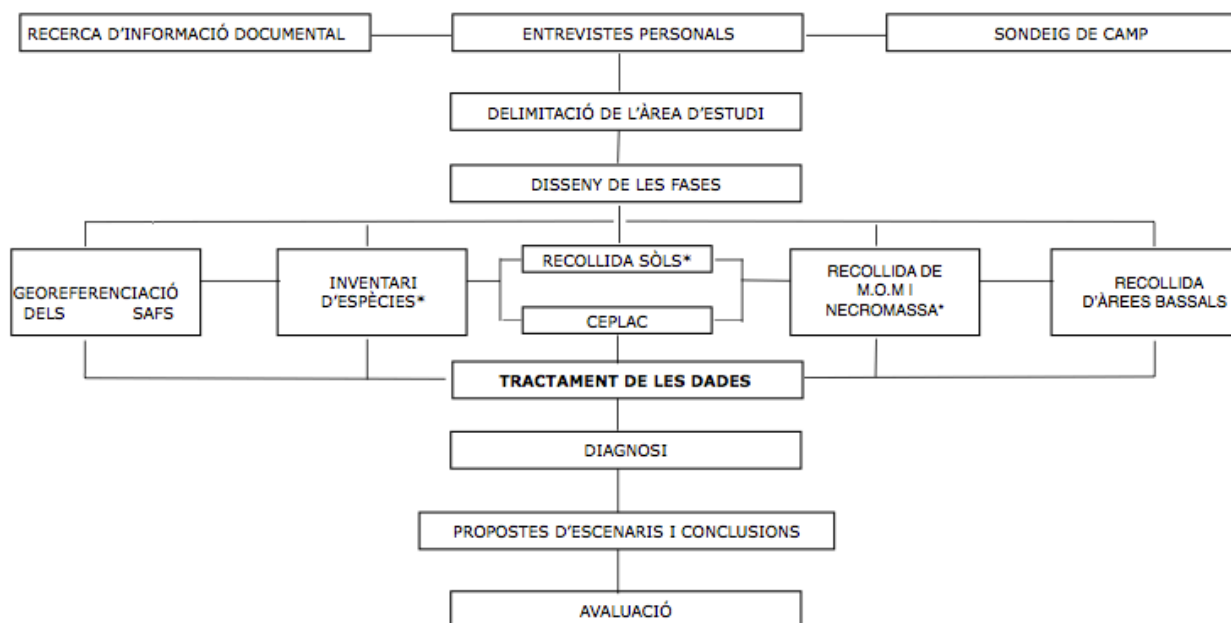


9. METODOLOGIA

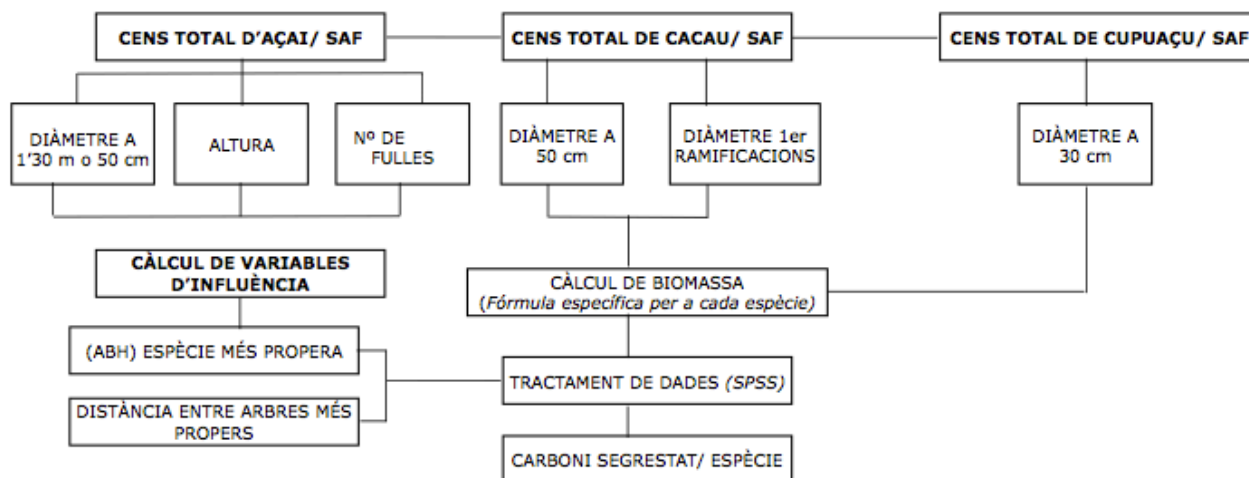
9.1. METODOLOGIA GENERAL

ESQUEMES METODOLÒGICS

Esquema metodològic general

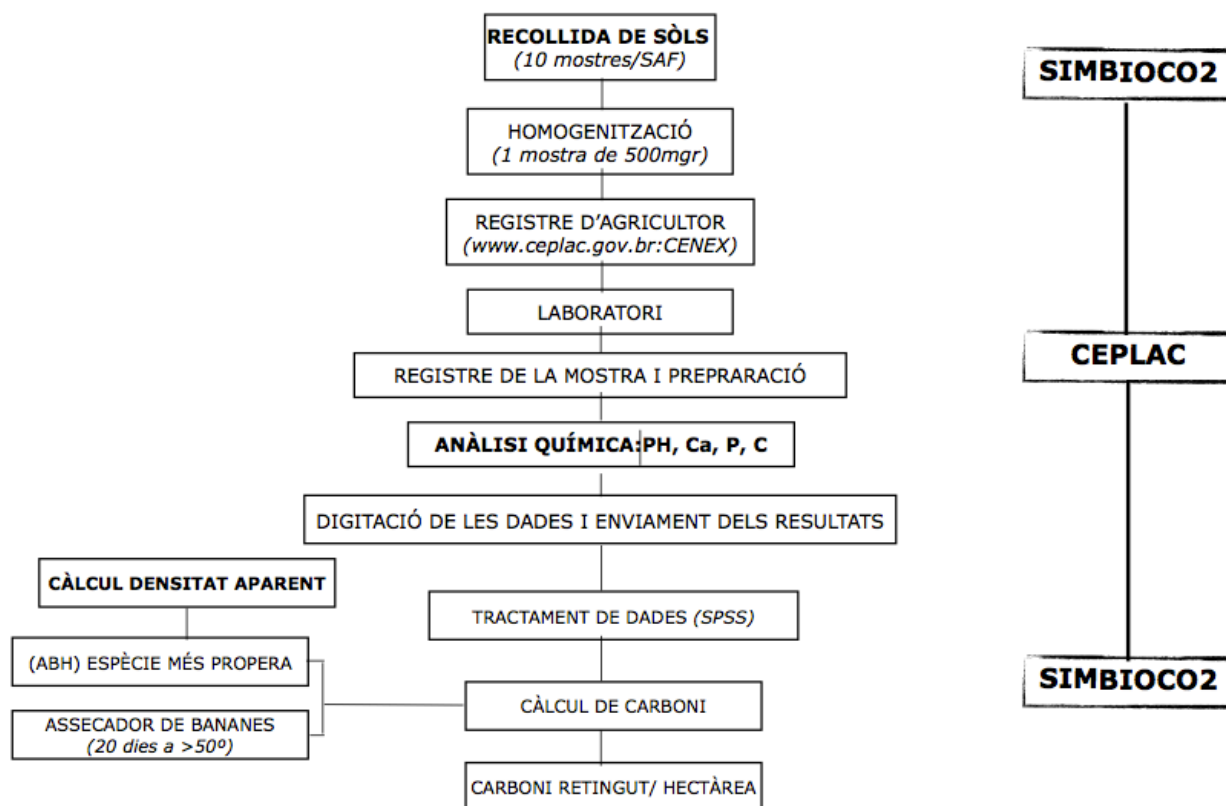


Esquema metodològic de la realització de l'inventari d'espècies

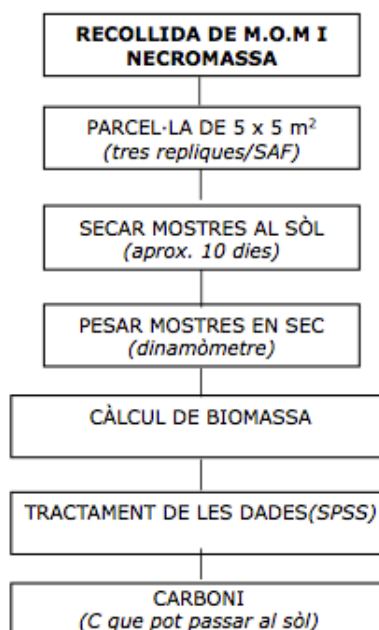




Esquema metodològic de la realització de la recollida de sòls i CEPLAC



Esquema metodològic de la realització de la recollida de M.O.M i necromassa





9.2. METODOLOGIA ESPECÍFICA

PRIMERA FASE: CERCA FONTS D'INFORMACIÓ

Aquesta fase s'ha basat en la consulta bibliogràfica de tota informació descriptiva del projecte, antecedents en un marc global i local, i altres punts com l'estat legal, i característiques de la zona d'estudi. Com també, la recerca d'informació de les fórmules matemàtiques utilitzades en els diferents càlculs necessaris en l'estudi. Per aquesta recerca bibliogràfica s'ha utilitzat Internet i consultes a la biblioteca; articles i llibres.

El càlcul de biomassa vegetal es pot realitzar per mitjans destructius o al·lomètrics. Els mètodes destructius són els més aproximats, ja que l'error es relaciona amb l'error de mesura dels aparells utilitzats, per contra, és necessari la destrucció de l'exemplar. També tenen associat un error mostral, perquè no s'agafa tota la població amb aquest mètode. Els **mètodes al·lomètrics**, en canvi, es basen en el càlcul de biomassa mitjançant fórmules matemàtiques determinades relacionades amb algun paràmetre mesurable de l'individu (Pardo, 2010). Les estimacions són útils i necessàries per tenir una idea aproximada de la realitat. Per exemple, per conèixer l'estructura d'un bosc i el seu estat (e.g. Westman and Rogers, 1977), la productivitat d'un bosc, i també els fluxos de carboni basats en els canvis seqüencials de la biomassa i proporciona mitges referencials de segrest de carboni (Cole, 2005).

Per determinar la biomassa (kg) de les diferents espècies s'ha recorregut a la bibliografia de diferents articles referenciats el la bibliografia del projecte, d'on s'ha extret les equacions al·lomètriques i els paràmetres que s'han de mesurar per cadascuna (*taula 9.1*). Les constants utilitzades en cada cas són les que més s'ajustaven a la linealització de la biomassa total de cada individu.

Espècie	Fórmula		r ²	Constants (S.E.)
Cacau	$\log(y_{CA}) = a + b \cdot \log(D_t)$	(1)	0.987	a=-1.81 (0.146) b=2.13 (0.100)
Cupuaçu	$y_{CU} = -3.9 + 0.23 \cdot BA + 0.0015 \cdot BA^2$	(2)	0.93	-
Açaí	$y_{AC1} = a(d^2 \cdot h)^b$	(3)	0.95	a=0.0314 b=0.9174
	$y_{AC2} = a(d^2 \cdot h \cdot f)^b$	(4)	0.94	a=0.0237 b=0.5121
Juvenils	$Vol = AB \times H \times 0.5_{\alpha} \times D \times 0.5_{\beta}$	(5)	-	

Taula 9.1: Fórmules utilitzades per cada espècie, el seu coeficient de determinació (r²) i el valor de les constants usades en cada cas. "yi" és la biomassa de cada individu. Pels cacaos "Dt" és la suma del diàmetre del tronc principal a 50 cm (Ds) amb la suma dels diàmetres de les branques principals en la primera bifurcació de l'arbre (Dh). Pels cupuaçú "BA" és l'àrea basal a 30 cm. Pels açaí "d" és el diàmetre a 130 cm, "h" és l'alçada normal de l'individu i "f" són el número de frondes. Pels juvenils "AB" és l'àrea basal, "H" és l'alçada normal i "D" és la densitat de la fusta.



SEGONA FASE: TREBALL DE CAMP

Un cop feta la cerca bibliogràfica, s'ha realitzat la presa de mostres reals al camp en els diferents apartats necessaris³¹: espècies, sòls i biomassa del sotabosc. L'objectiu d'aquesta recollida de dades, és obtenir el màxim de dades reals **representatives** del terreny estudiat. Posteriorment, podran ser tractades aquestes i elaborar un model matemàtic que determini l'evolució que tenen les diferents variables i la seva influència amb la capacitat de segrestar carboni, amb un període de vint anys. És el **primer cens** tractat amb mostres reals que és realitza en la nostra zona d'estudi.

- **Espècies**

Seguint la metodologia utilitzada en els dels articles cercats³² en la primera fase es va començar a realitzar la recollida de mostres d'inventari³³. Tot seguit s'especifiquen els procediments elaborats per la presa de mostres de cada variable.

1. Diàmetre

La recollida de les dades de diàmetres de les espècies analitzades s'ha recollit amb la cinta diamètrica³⁴. En cada arbre que s'ha de recopilar la dada, s'agafa a una distància coneguda del peu de la base de l'arbre, la mesura del diàmetre del tronc.

Cada espècie, segons la seva fórmula, hi ha una mida per agafar la mesura del diàmetre (*Taula 9.2*).

Per altra banda el diàmetre de l'espècie més propera s'ha mesurat a 1'30 metres (manual IPPC)³⁵, anotant el diàmetre de l'espècies i si es nativa o alguna de les tres espècies estudiades. S'ha tingut en compte els criteris per mesurar correctament el diamentre.³⁶

Açaí	> 1,30 s'agafa la mesura a 1,30
	< 1,30 s'agafa la mesura a 50 cm de la base.
Cacau	> 1,30 s'agafa la mesura dels diàmetres de les ramificacions més la de 50 cm de la base.
	< 1,30 s'agafa la mesura a 50 cm de la base.
Cupuaçu	de tots els copoaçus s'agafa el diàmetre a 50 cm de la base.

Taula 9.2: Metodologia per recollir les mesures de diàmetres de les espècies: açaí, cacau, cupuaçu

31 Vegeu annex: Model fitxa de recollida de dades.

32 Vegeu annex: Articles fórmules de biomassa

33 Vegeu annex de taules: Inventari.

34 Vegeu annex: Fitxa tècnica del material.

35 Referència: <https://www.ippc.int>

36 Vegeu annex: Dades d'interés: metodologia: Figura 11



2. Altura

Tots aquells individus que fan una alçada mínima que dona per recollir la dada amb una bara de fusta reglada³⁷, marcada prèviament amb una cinta mètrica i un permanent. Són tots aquells arbres que no sobrepassen els 2 metres d'alçada. La mesura s'agafa des del peu de l'arbre fins a l'última fulla d'aquest (*figura 9.1*).



Figura 9.1: Recollida de la dada d'alçada d'un cacau. Elaboració: SimbioCO2

Aquells arbres que sobrepassen el límit de 2 metres s'han mesurat amb el clinòmetre³⁸. Aquells arbres que són difícils de saber l'alçada a ull o amb la bara de fusta s'han mesurat amb el clinòmetre.

La metodologia d'utilització d'un clinòmetre és la següent: es calcula la distància recomanada per fer la mesura (en aquest projecte s'ha agafat 10-15 metres). Es mira per un forat del clinòmetre amb un ull i amb l'altre encara la visió a la punta més alta de l'arbre (*figura 9.2*). A l'interior del clinòmetre hi ha un disc on es va mostrant els graus d'inclinació que va agafant el clinòmetre. També es considera l'alçada de hom que pren la mesura. Un cop s'ha localitzat el punt més alt, ja se sap el % d'inclinació i amb les fórmules de Pitàgores ($\sin = \text{catet oposat} / \text{hipotenusa}$), ja es pot obtenir la dada de l'alçada de l'arbre

³⁷ Ídem.

³⁸ Ídem.

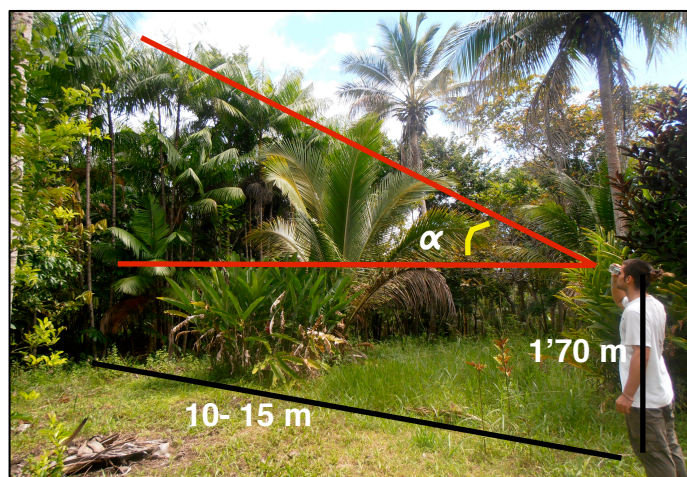


Figura 9.2: Recollida de l'alçada d'un açaí amb clinòmetre. Elaboració: SimbioCO2

3. Distància a l'espècie més propera

Per saber el càlcul de la competència entre arbres més propers s'ha decidit recollir les dades de distància de cada un dels arbres estudiats i els diàmetres d'aquests (seguint la metodologia de diàmetres). Per aquest motiu s'ha seguit la metodologia següent: amb una cinta mètrica³⁹, de 3 metres de mesura, es calculen les distàncies entre els arbres més propers (*figura 9.3*).



Figura 9.3: Recollida de la distància entre els arbres més propers. Elaboració: SimbioCO2

4. Coordenades geogràfiques

S'ha tingut la necessitat de recollir les dades geogràfiques perquè després es puguin plasmar en un mapa georeferenciat per poder fer els anàlisis corresponents en tema d'àrees i perímetres d'àrees d'estudi.

³⁹ Ídem.



Per això s'ha disposat d'un GPS⁴⁰ per tal de recollir cada una de les dades. De cada SAF, s'han agafat les coordenades de tots els vèrtex que la figura geomètrica del SAF forma⁴¹.

- **Mostres de sòl**

El potencial de segrest de carboni del sòl és ben conegut (Rasse et al., 2001). Mathews (1994), per exemple, va publicar que un canvi d'ús del sòl agrícola a forestal gestionat, després de 200 anys, pateix un augment de 30 tones/ha inicialment a 70 tones/ha en boscos temperats. En aquesta part s'ha estudiat el perfil del sòl, el pes sec del sòl, el pH i el Carboni orgànic⁴².

1. Perfil del sòl

Per realitzar la mesura de perfil s'ha fet un sondeig de 30-40 cm (*figura 9.4*)⁴³ de profunditat per tal d'obtenir l'informació visual del sub-sòl. Aquesta perforació s'ha realitzat amb una eina de camp del propi agricultor.



Figura 9.4: Perfil del sòl de 30-40 cm. Elaboració: SimbioCO2

2. Pes sec del sòl

S'ha realitzat el càlcul de la quantitat d'aigua que conté un volum determinat de sòl. La metodologia utilitzada ha sigut la següent:

- Recollida de mostres de sòl en el cilindre⁴⁴ i asseccades.

⁴⁰ Ídem.

⁴¹ Vegeu material complementari (CD): Fitxes de camp; coordenades geogràfiques i perímetre.

⁴² Vegeu annex de taules: Sòls.

⁴³ Vegeu material complementari: Fitxes de camp; perfil del sòl.

⁴⁴ Ídem.



- Delimitar una àrea de 25x25 cm al centre de cada SAF. Al centre d'aquesta àrea recollir una petita mostra de sòl (*figura 9.5*).
- Assecar la mostra en un assecador de bananes a una temperatura superior a 50° durant 20 dies.
- Pesar la mostra i anotar el pes (*figura 9.5*).
- Observar mitjançant el volum del recipient i el pes sec del sòl, la quantitat d'aigua que contenia aquell sòl i al assecar-se s'ha reduït.



Figura 9.5: Extracció d'una mostra de sòl i mesura del seu pes. Elaboració: SimbioCO2

3.Ph i Carboni

De cada SAF estudiat s'han realitzat 10 forats, aleatòriament, per tal de recollir la terra que hi havia fins a 50 cm de profunditat. Aquesta terra s'ha recollit amb un perforador manual⁴⁵ el qual ha sigut cedit pel laboratori d'anàlisi CEPLAC. (*figura 9.6*) Un cop s'han aconseguit els 10 punts de mostreig, s'han barrejat homogèniament.



Figura 9.6: Extracció d'una mostra de sòl amb l'instrument cedit pel CEPLAC i mostra de 500gr de sòl. Elaboració: SimbioCO2

⁴⁵ Mirar annex: fitxa tècnica del material



El laboratori de sòls del CEPLAC és el que ha realitzat l'anàlisi dels sòls dels diferents SAF estudiats. Un cop s'ha realitzat la recollida de mostres al camp i s'ha obtingut una mostra representativa de 500gr de cada SAF (*figura 9.6*), s'ha portat a les instal·lacions del CEPLAC i ells han realitzat els diferents anàlisis que interessaven com; Ph i Carboni.

Els diferents anàlisis⁴⁶ s'han realitzat de la següent manera:

Prèviament als anàlisis les mostres són secades a una estufa a 50°-60° C (TFS- "Terra fina seca ao ar"). Posteriorment aquest sòl es mol i es passa per un matís de 2mm. Finalment es col·loca dins de sacs de plàstic amb identificació de cada mostra, aquestes són pesades, sotmeses a diferents extraccions, agitades per un agitador.

Ph: Instrument utilitzat; potenciòmetre⁴⁷. S'utilitza una suspensió tampó d'un ph de 6,86 i de 4,0.

Mètode

1. Col·locar 10 gr o 10 cc de TFSA(< 2mm) en un got de plàstic de 50 ml.
2. Adicionar 25ml d'aigua desionitzada i destil·lada.
3. Agitar i deixar reposar 30 o 60 minuts, agitant de tan en quan.
4. Inserir l'electrode en la suspensió del sòl i llegir el pH.

Carboni: Mètode utilitzat, valoració ($K_2Cr_2O_7$)⁴⁸.

Mètode

1. Col·locar 250mgr de sòl en un erlenmeyer.
2. Adicionar 10ml de dicromat Potàssic ($K_2Cr_2O_7$). La solució és preparada a base d'àcid sulfúric, aigua destil·lada i dicromat.
3. Deixar reposar durant 5 minuts a l'estufa, fins que bulli i deixar refredar.
4. Adicionar 80ml H_2O destil·lada.
5. Realitzar la valoració de la solució; 2,5 ml H_3PO_4 i 3 gotes de difenilamina 1%(indicador)

(*Titular: sol. $FeNH_4(SO_2)_2 \cdot 6H_2O$, 0,1N + Pb (Valoració, Agitador)*)

⁴⁶ L'equip de SimbioCO2 va poder presenciar tot el seguiment dels anàlisis.

⁴⁷ Vegeu annex: Instruments laboratori : Potenciòmetre

⁴⁸ Vegeu annex: Instruments laboratori: Valoració



- **Sotabosc**

Necromassa i Matèria Orgànica Morta (MOM) .

Per la recol·lecció de necromassa i M.O.M. s'ha utilitzat un mètode destructiu. S'han agafat tres àrees de 25x25 cm de cada SAF. Aquestes àrees equidisten una de l'altra de tal manera que les mostres han sigut representatives de tota l'àrea del SAF. En cada àrea representativa s'ha recollit tota la biomassa que s'hi ha trobat, tan viva com morta (*figura 9.7*).



Figura 9.7: Recollida de la M.O.M. i la necromassa i assecada. Elaboració: SimbioCO2

Aquesta biomassa ha sigut assecada a temperatura ambient⁴⁹ i a humitat ambient durant 15 dies. (*figura 9.7*). Aconseguint d'aquesta manera que perdi tota l'aigua possible en el seu interior. Després d'haver passat 15 dies s'ha pesat amb un dinamòmetre⁵⁰. Obtenint una mitjana de pes sec de la biomassa⁵¹ de l'estrat arbori de cada SAF.

TERCERA FASE: TRACTAMENT ESTADÍSTIC

● **Ànlisi explicativa del tractament estadístics de dades d'espècies amb relació a les diferents variables.**

S'han comparat dos models de creixement diferents amb les dades de biomassa obtingudes dels diferents blocs estudiats (biomassa espècies, biomassa del sòl i biomassa del sotabosc), per calcular la biomassa en vint anys. Els models forestals són importants eines de gestió forestal (Porté & Bartelink, 2001) i per aquest motiu s'ha triat aquesta metodologia de càlcul.

⁴⁹ Vegeu temperatura mitjana mes de març i abril (*figura 8.4 i 8.5*)

⁵⁰ Mirar annex: Fitxes de materials

⁵¹ vegeu annex de taules: Necromassa i M.O.M.



1. Model **Von Bertalanffy**

En aquest model s'utilitza la **corba de creixement de L. Von Bertalanffy** (1957), generalitzada per Millar and Myers (1990). S'ha aplicat en aquest cas en dinàmica forestal⁵². Aquesta aplicació es podria classificar com un **model forestal multi-específic**, ja que s'analitzen àrees totalment heterogènies (Porté & Bartelink, 2001). S'estudien els fluxos de canvi de biomassa en comptes dels stocks de biomassa. La funció aplicada és la següent:

$$(1) \quad gB = (B_{\max} - B_i) \times (\beta_1 - \beta_2 \times VAR_j)$$

On gB és el flux de biomassa d'any en any (kg), B_{\max} és la biomassa màxima a la que pot arribar cada espècie en particular (kg) (taula 9.3), B_i és la biomassa en temps determinat (kg), VAR_j és la variable exògena influent β_1 i β_2 són els paràmetres que s'han d'estimar per cada variable i cada espècie. Com que es tracta d'un flux de biomassa, primer s'ha de convertir els valors absoluts de cada individu en increments mitjançant la següent fórmula:

$$(2.1) \quad B_n = \overline{B}_{n-t} \times (1 + gB)$$

$$(2.2) \quad gB = \sqrt[t]{\frac{B_n}{\overline{B}_{n-t}}} - 1$$

On B_n és la biomassa en una edat determinada, \overline{B}_{n-t} és la biomassa mitjana d'una edat anterior, gB és la taxa d'increment o flux de biomassa i t les unitats de temps transcorregudes entre les edats.

2. Model de **Mitscherlich-Baule**

En aquest model s'aplica l'**equació de Mitscherlich-Baule**⁵³ (1992) basada en la llei dels mínims de Liebig (1855), però que es poden considerar tots els factors limitants al creixement, no només els biològics. Aquest model es basa en el canvi de stock, no de fluxe. La funció és la següent:

$$(3) \quad Y = a \times (1 - \exp(-\alpha_1 \times VAR_1)) \times (1 - \exp(-\alpha_2 \times VAR_2)) \dots (1 - \exp(-\alpha_k \times VAR_k))$$

On a és el màxim de biomassa (kg) (taula 9.4), α_k és un paràmetre i VAR_k és la variable exògena considerada. Segons el nombre de variables que es vulguin considerar, es van afegint factors com indica la fórmula 3. És molt utilitzada en agricultura per valorar els rendiments davant d'un aportament de nutrients i altres factors (Harmsen, 2000).

Ambdós models pretenen explicar el creixement de biomassa considerant més d'una variable com a factor influent i el grau d'afectació d'aquests. Les variables que s'han considerat per

⁵² Aquest model s'ha utilitzat majoritàriament en creixement de poblacions animals.

⁵³ Aquest model ha estat molt utilitzat en producció agrícola



veure l'afectació al creixement en biomassa han estat l'edat de les espècies (EDAT), l'àrea basal de l'espècie més propera (ABSP) i la distància a aquesta (DISTSP).

Un cop s'han obtingut els valors dels paràmetres de les fórmules, s'han fer el càlcul de la biomassa acumulada fins a 20 anys. Per realitzar els primers càlculs s'han utilitzat la mitja de les dades dels individus d'any 1.

Amb els valors de biomassa de cada espècie es transformen en kg de carboni, aplicant un factor de transformació de 0,5 (IPPC, 2006). Aquest carboni calculat es suma al carboni retintut en el sòl durant els mateixos vint anys i el resultat fque s'obté la quantitat de carboni retintut en el que s'anomenarà **Unitat de Segrest (UdS)** incloent espècie i sòl.

Com a exemple pràctic de l'aplicació d'aquestes dades, s'han creat una sèrie d'escenaris que es tracten en l'apartat ESCENARIS. Representen les situacions més habituals que podrien interessar tant a agricultors com a empresaris: escenaris de màxima captació de CO₂, escenaris de màxima diversitat d'espècies i escenaris de màxima producció agrícola.

Rangs de biomassa		
Cacau	19.3 kg· arbre ⁻¹ (16-17 anys) Brasil	Subler, 1994
	120 kg· arbre (màxim)	Zuidema et al. 2004
Açaí	47.6kg· arbre (15cm de d)	Cole, 2005
	Màxim de 20 cm de d	
	Màxim de h >25m	Lisbeth, 2009
	155 kg amb d=20cm i h=25m	SimbioCO2, 2012
Cupuaçú	150kg amb AB=240 cm ²	Schroth, 2002

Taula 9.3: Rangs de biomassa segons les diferents espècies: Cacau, Açaí i Cupuaçu.

● Ànlisi explicativa del tractament estadístics de dades del sòl segons els diferents factors que influencien.

Un dels tres sector estudiats en aquest projecte és el sòl. El sòl és un dels reservoris més grans de carboni orgànic (C.O) a escala global (Schlesinger 1995), i duplica la quantitat de carboni emmagatzemat a la biosfera. Per aquest fet és important estudiar la quantitat de matèria orgànica (M.O) emmagatzemada als sòls, ja que l'estabilitat d'ella va molt lligada a la capacitat de segrest de carboni en ell.

La quantitat de C.O emmagatzemada al sòl, ve determinada per el balanç d'entrades i sortides de C en ell (Six et al., 2002; Lützow et al., 2006). El carboni estable ve determinat per la quantitat de M.O aportada (entrada), a través de la producció primària (biomassa vegetal,



animal o microbiana) i per la mineralització principalment microbiana⁵⁴ (sortida) (Metzegeer i Yaron, 1986).

La mineralització és el procés contrari al de la fixació de C.O pels microorganismes en el sòl, ja que els organismes extreuen l'energia continguda en les molècules orgàniques utilitzant O₂ a través de la respiració i alliberant CO₂ i altres elements com N, P, S que fertilitzen el sòl. Segons el balanç de entrades i sortides de C en el sòl i les condicions climàtiques cada bioma tindrà una capacitat de reservori de carboni. El Carboni que es troba en els embornals de C de la biomassa de les selves equatorials es aprox. 250Gt de C, ja que hi ha una ràpida mineralització de la matèria orgànica (Gut J.et al, 2005).

En el sòl el Carboni es pot trobar principalment de dos formes; **Carboni Orgànic** (CO; SOC en anglès Soil Organic Carbon) que està format basicament per matèria orgànica no humificada (biomassa vegetal, animal) i l'humús⁵⁵ i per el Carboni inorgànic (CI; SIC Soil Inorganic Carbon) que està format pel carboni en la seva forma elemental i per minerals de carbonat, provinents del propi origen litogènic o per la dissolució en la fase gasosa del sòl per formar àcid carbònic. En aquest estudi ens interessa analitzar el C.O, ja que és el que dóna agregació i estabilitat a l'estructura del sòl i reservori de carboni en ell.

L'estabilització d'aquesta matèria orgànica (M.O) al sòl, ja sigui en forma de matèria orgànica no humificada, humus o carbonats és el que s'anomena **captura (segrest) de carboni en el sòl**. Els factors que determinen el contingut de M.O i la seva estabilitat en el sòl són: el pH del sòl la humitat del sòl, la textura del sòl, l'orografia del terreny, el clima (temperatura i precipitacions) i l'ús del sòl. El potencial de l'estabilització del carboni (C) als sòls encara no esta del tot clar, ja que majoritàriament depèn molt de les condicions ambientals i de les propietats del sòl (Lützow wt. al., 2006).

Pel càlcul de carboni en 20 anys en el sòl, s'ha realitzat prèviament un estudi de la correlació amb els diferents factors que influencien al sòl, a través de **models linials, logarítmics o polinòmials**, ja que són mètodes estadístics que modelitzen la relació entre una variable dependent i variable independent, per poder entendre el creixament de carboni en el sòl en vint anys.

A continuació es detallen els diferents factors utilitzats com a variables d'estudi:

El **pH**: aquest és una variable important a considerar en el sòl. Els pH neutres són els millors per les propietats físiques del sòl. Els sòls amb pH àcids-molt àcids (ph >4,5 -5,5) (*taula 9.4*), hi ha una forta alteració de minerals i l'estructura es torna inestable, normalment passa en sòls on es produeix processos d'oxidació. L'acidificació del sòl produeix una disminusió del pH i a la vegada augmenta la concentració de H⁺ ⁵⁶.

⁵⁴(Wolters 2000): es creu que entre un 10-15% de l'energia del C.O, és utilitzada pels animals del sòl.

⁵⁵ L'humús suposoa entre un 60-80% de la matèria orgànica en el sòl.

⁵⁶ Agroinformacion-análisis de suelos. Acidificación de suelos-Gestión y conservación de suelos y aguas (Javier Lillo)



Rang de pH	Acid-Bàsic	Efectes
> 4,5	Extremadament àcid	Condicions molt desfavorables
4,5 - 5,0	Molt àcid	Possible toxicitat per Al i excés de:Co, Cu, fe, Mn i Zn. Deficiència de Ca, K, Mg, K, N, Mg, M.O, P , S. Sòls sense carbonat càlcic. Poca activitat bacteriana
5,1 - 5,5	Àcid	Perjudicial per alguns cultius
5,6 - 6,0	Lleugerament àcid	Interval adequat per la majoria dels cultius.
6,1 - 6,5	Poc àcid	Màxima disponibilitat de nutrients.
6,5 - 7,3	Neutre	Mínims efectes tòxic

Taula 9.4: Rang de pH i efectes d'ell. Taula elaborada per SimbioCO2. Font d'informació; USDA(Departament d'Agricultura dels Estats Units)

La **humitat**: pot ser un factor limitant pel segrest de carboni en els sòls de Taboquinhas i Itacaré, ja que en les èpoques d'estiu aquestes zones poden patir un estrés hídric si no plou i no disposen de reg⁵⁷. El reg és una de les pràctiques més efectives per augmentar les reserves de carboni al sòl, de manera que els sòls amb àrees regables es podrien convertir en bons embornals de C (Alcañiz i altres, 2005). En aquest estudi s'han agafat diferents mostres de sòl i s'han deixat assecar⁵⁸. Per tant, la humitat del sòl també és un factor que pot afectar a la capacitat de segrest de carboni en el sòl. Un sòl com més humit sigui més capacitat de segrestar carboni tindrà.

L'orografia del terreny: Un altre factor a considerar en la capacitat de segrest de carboni és aquest. Tot i que no existeix una unanimitat en la literatura científica sobre la relació entre erosió del sòl i segrest de C, hi ha estudis que afirmen la relació que existeix entre l'erosió i la pèrdua de C i conclouen que cada any s'emeten 1,14 Tn C a l'atmosfera per l'erosió, degut a la ruptura dels agregats del sòl per l'energia gravitacional de la caiguda de les gotes (*watersplash*) i l'alteració de l'estructura del sòl que es produeix en l'escorrentia superficial (Starr et al., 2001, Lal R. et al. 2004b).

Per altra banda s'han publicat altres estudis en que s'afirma tot el contrari i es diu que l'erosió pot disminuir l'emissió de CO₂ cap a l'atmosfera ja que amb l'erosió i l'escorrentia s'inverteix l'ordre del perfil del sòl i es protegeix el carboni orgànic més hidrofílic en les capes menys superficials i el carboni orgànic més recalcitrant passa a les capes més superficials (Liu et al.,

⁵⁷ Un dels impediments que remarquen molts dels agricultors es la falta de regadiu. Mirar fitxes de camp. apartat de descripció (CD material complementari)

⁵⁸ Consultar apartat de metodologia pàg 36.



2003). Fins i tot estudis més recents han quantificat el C que s'evita que s'escapi cap a l'atmosfera en $1.9 \text{ gC/m}^2 \cdot \text{any}$ (Yoo et al., 2005). Tot i trobar aquestes dues avaluacions en la cerca bibliogràfica al tractar les dades recollides en aquest estudi, s'han apropiat més als resultats obtinguts per Starr.

La **textura del sòl**: és una propietat molt important, per tal d'avaluar la capacitat de segrest de C estable als sòls. Els sòls francs i argilosos presenten una capacitat major que els sòls sorrençs, ja que en aquests l'aire i l'aigua pot circular amb major facilitat desprotegint la M.O i afavorint la seva mineralització. En canvi els sòls argilosos al tenir una mida de porus més petita tenen l'humus més protegit i s'evita així la seva descomposició. (Alcañiz i altres, 2005).

El **clima**: aquest també és un paràmetre rellevant el la captura de Segrest de Carboni. L'increment de les temperatures podria produir un augment de la respiració de les plantes i els microorganismes del sòl que produiria un major alliberament de CO_2 a l'atmosfera, per tant augmentaria el procés de mineralització reduint la capacitat de captura de C en el sòl. També les altes temperatures si anessin acompanyades de poca precipitació podrien causar estrès hídric, procés el qual també no afavoreix el segrest de carboni en els sòls.

L'**ús del sòl**: també és un factor clau en el segrest de carboni en els sòls. Els sòls agrícoles són els que tenen una quantitat de C més baixa, mentre que en els sòls forestals la quantitat de C acumulat és la més elevada. En els boscos naturals el carboni del sòl està en equilibri, però si té lloc la desforestació –o la reforestació–, aquest equilibri es veu afectat. Actualment s'estima que cada any es desforesten entre 15 i 17 milions de hectàrees, sobretot en els tròpics (FAO, 2002). S'ha estudiat que en els climes tropicals es perd entre un 50 i un 75% del C del sòl entre els primers 5 i 20 anys després de la desforestació. (Lal R., 2004). En els sòls agrícoles la major conservació de la matèria orgànica ve relacionat amb el tipus de gestió que es faci. L'augment de l'aeració del sòl i l'alteració (crema del cultiu) a que es veu sotmès un sòl en pràctiques agrícoles, són els principals factors que estimulen la mineralització de la matèria orgànica pels microorganismes del sòl i l'oxidació en ell. És important la cobertura permanent del sòl amb vegetació (cultius comuns i plantes addicionals) o residus de plantes, sembrada directa a través de la cobertura permanent del sòl o dels residus dels cultius, producció de biomassa i cobertura del sòl amb materials vegetals utilitzant espècies adaptades (FAO, 2002). Aquesta variable és molt subjectiva, amb les dades que s'han recollit en aquest projecte.

● **Ànàlisi explicativa del tractament estadístics de dades de la necromassa ,M.O.M i Àrea Basal**

S'ha considerat un altre sector en aquest estudi, el sotabosc i l'influència de l'àrea basal en una parcel·la de $25 \times 25 \text{ m}^2$ com dades que poden tenir una possible influència en la captació de carboni en un SAF. Aquestes dades també han estat tractades mitjançant **models logarítmics o polinòmials**, per veure la seva influència en stock de carboni al cap de vint anys.



10. PLA DE SEGUIMENT

Aquest projecte s'ha dividit amb diferents parts, ja que s'ha realitzat la part de treball de camp a l'extranger (Brasil) i la part de redacció i tractament de dades a Catalunya.

El treball de camp s'ha dut a terme entre els mesos de Gener i Abril de l'any 2012. Durant aquests quatre mesos la recollida de dades ha estat relalitzada de la següent manera pels diferents sectors.

- Inventari d'espècies: realitzat al llarg dels 4 mesos. Setmana del 26 de Març al 1 d'abril inventari d'espècies dels SAFs de Taboquinhas i setmana del 9 al 15 d'Abril inventari d'espècies d'Itacaré.
- Recollida de dades de georeferenciació, perímetre, inclinació, perfil de sòl i descripció: setmana del 30 de Gener al 5 de Febrer als SAFs de Taboquinhas i del 14 al 21 de Març als SAFs d'Itacaré
- Recollida de mostres de sòl per l'anàlisi al CEPLAC (pH i Carboni): relaitzada entre el 2 i el 6 de Març.
- Recollida de Biomassa i mostra de pes sec i AB/25m²: durant les setmanes del 16 al 29 de Febrer

La recollida de sòls i biomassa, s'ha intentat que fossin dies que presentessin les mateixes condicions ambientals, ja que les mesures fetes al camp tinguessin unes condicions aproximadament homogènies (precipitacions i temperatura).

CRONOGRAMA SIMBIO CO2																											
TASQUES	Setmanes																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Recollida de bibliografia																											
Arribada i anàlisi de la zona																											
Recollida de les mostres de camp	M.O.M.																										
	sòl																										
	espècie																										
Contactes i revisió de la bibliografia																											
Introducció dades als ordinadors																											
Correcció d'algunes dades																											
Anàlisi estadístic de les dades																											
Redacció del projecte																											
Entrega																											

Taula 10.1: Cronograma. Taula elaborada per SimbioCO2.



11. RESULTATS

11.1. RESULTATS ESPÈCIES: RESULTATS FINALS DEL CARBONI EN EN LES TRES ESPÈCIES D'ESTUDI A VINT ANYS.

Les dades de camp totals es recullen en la taula mare continguda al CD adjuntat al projecte. S'ha recollit informació d'un total de 2091 individus, dels quals 671 són açaís, 776 cacaos i 644 cupuaçus. Es pot observar una gran dispersió en els càlculs de biomassa per edats (*figura 11.1*) en les diferents espècies.

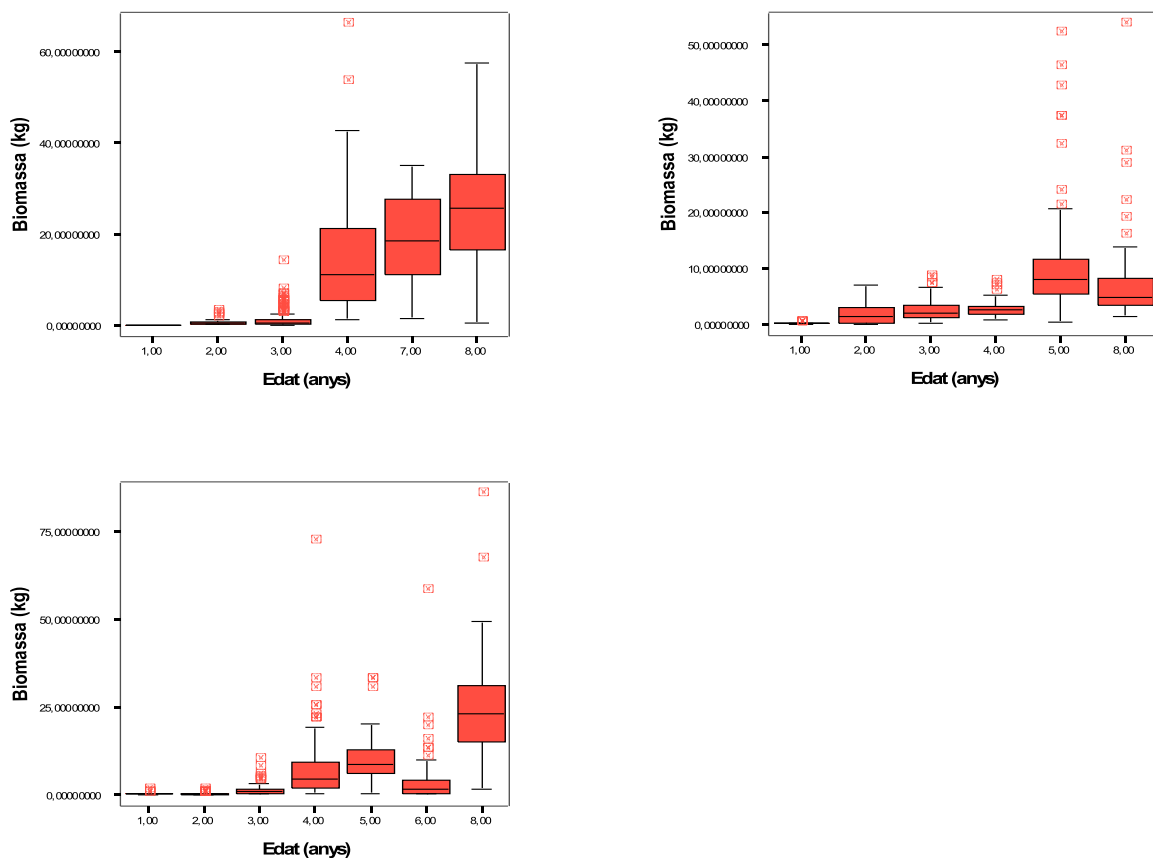


Figura 11.1 Diagrames de caixes dels açaí i cacao a la part superior respectivament, i cupuaçu a la part inferior.

Hi ha dades atípiques que difereixen 1,5 vegades del rang interquartíl·lic (RIQ) en cada espècie i que per l'anàlisi han estat descartades. També s'han descartat les dades per edat que la mitja era inferior a l'edat anterior (edat 8 en cacaos i edat 6 en cupuaçus). Es pot observar com els increments de biomassa en les primeres edats de les tres espècies són bastant aproximats (de 0,5kg en les primeres edats fins a 2kg a l'edat de tres anys). També es pot observar com les espècies d'açaí i cupuaçu arriben ambdós als 25kg aproximadament a l'edat de vuit anys, mentre que el cacao arriba a 10kg de biomassa a la mateixa edat.



A l'eliminar els casos atípics, s'obtenen coeficients de variació (CV) en les biomasses de 1,256 pels açaís, 1,944 pels cupuaçús i 0,977 pels cacaos. Les dades menys disperses són doncs, les dels cacaos.

Per assegurar l'eficàcia de la conversió de dades a flux mitjançant l'equació de **Von Bertalanffy**⁵⁹ s'han comparat els fluxos amb les biomasses, la tendència de la qual havia de ser negativa perquè quant més gran és un organisme, més lentament ha de créixer (*figura 11.2*).

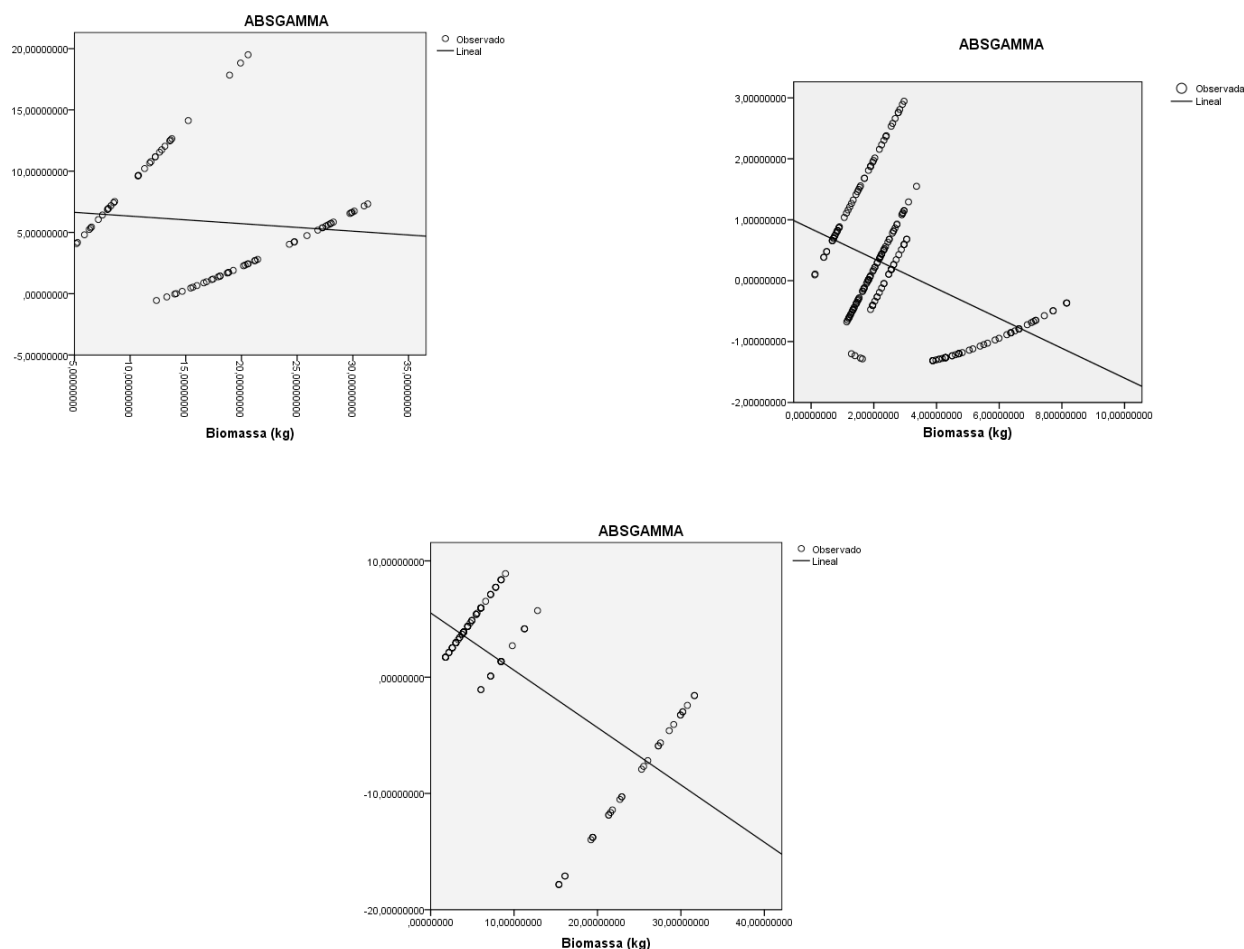


Figura 11.2. Comprovació de la tendència negativa del flux amb l'augment de biomassa. Açaí i cacao a la part superior respectivament, i cupuaçu a la part inferior.

Amb l'aplicació de les funcions de creixement i amb el 95% de confiança de les dades, s'obtenen els paràmetres β_1 i β_2 per l'equació de von Bertalanffy i α_1 , α_2 i α_3 per Mitscherlich-Baule que es recullen en la taula 11.1.

⁵⁹ Vegeu equació pàg. 44.



Espècie		Von Bertalanffy			Mitscherlich-Baule			
		β_1	β_2	R^2	α_1	α_2	α_3	R^2
Açaí	ABSP	0.042	$-9831 \cdot 10^{-6}$	0.035	0.018	7.459	10.939	0.457
	DSP	0.049	$8.512 \cdot 10^{-5}$	0.018				
Cupuaçu	ABSP	0.004	$-1.630 \cdot 10^{-6}$	0.007	0.018	13.042	0.12	0.230
	DSP	0.055	$2.86 \cdot 10^{-4}$	0.207				
Cacau	ABSP	0.034	$-1.145 \cdot 10^{-5}$	0.020	0.009	8.832	0.254	0.481
	DSP	0.025	$-8.544 \cdot 10^{-5}$	0.130				

Taula 11.1. Paràmetres de les dues fórmules de creixement forestal utilitzades i el seu ajust.

Un cop obtinguts els valors es procedeix a realitzar el càlcul de la biomassa a vint anys amb el model que més s'ajusta, el de **Mitscherlich-Baule**, quedant les funcions de creixement tal com mostra la taula 11.2.

Espècie	Fórmula de creixement (Mitscherlich-Baule)
Açaí	$Y = 155 \times (1 - \exp(-0,018 \times EDAT)) \times (1 - \exp(-7,459 \times ABSP)) \times (1 - \exp(-10,939 \times DISTSP))$
Cupuaçu	$Y = 150 \times (1 - \exp(-0,018 \times EDAT)) \times (1 - \exp(-13,042 \times ABSP)) \times (1 - \exp(-0,12 \times DISTSP))$
Cacau	$Y = 120 \times (1 - \exp(-0,009 \times EDAT)) \times (1 - \exp(-8,832 \times ABSP)) \times (1 - \exp(-0,254 \times DISTSP))$

Taula 11.2. Fórmules aplicades al creixement a vint anys per les tres espècies. Y és la biomassa en kg, el factor a marca el màxim que pot assolir la funció (valors obtinguts de la bibliografia, vegeu apartat Metodologia), i el factor VAR_k pren el valor de les variables d'edat, de l'àrea basal de l'espècie més propera (ABSP) i de la distància a que es troba (DISTSP).

Per realitzar el càlcul s'ha partit de l'edat d'un any, la distància es va fixar a 180 cm que és l'espaiament que planten els agricultors, i l'àrea basal s'ha calculat tenint en compte la influència d'un individu de la mateixa espècie i que aquest també va creixent. Per calcular la ABSP s'ha realitzat una correlació aplicant les mitjanes de les dades per cada edat i l'àrea basal que tindrien les diferents espècies als 50 anys. El millor ajust per l'açaí és el model logarítmic amb una $r^2 = 0,935$ (figura 11.3). Tot i que el l'espècie del cacau i el cupuaçu el millor ajust és per els models lineals, s'ha utilitzat el model logarítmic amb unes $r^2 = 0,8005$ (figura 11.4) i $r^2 = 0,83$ (figura 11.5), ja que el creixement natural d'una espècie s'ajusta més aquest creixement.

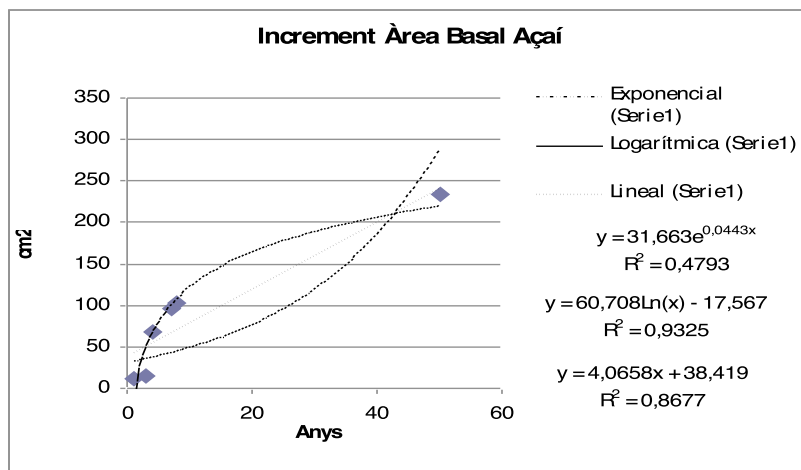


Figura 11.3. Correlació de l'àrea basal de l'açaí en funció de l'edat.

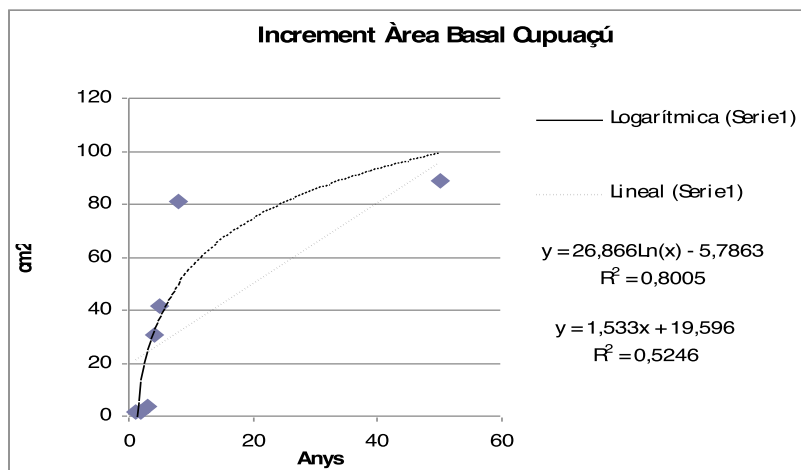


Figura 11.4. Correlació de l'àrea basal del cacau en funció de l'edat.

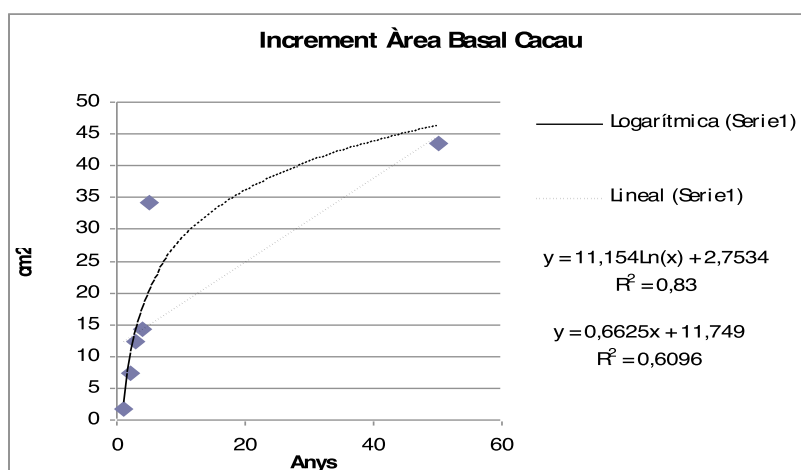


Figura 11.5. Correlació de l'àrea basal del cupuaçu en funció de l'edat.



Els valors de biomassa a vint anys per les tres espècies es recullen en l'apartat de resultats totals a la taula 11.11 juntament amb els valors de CO₂ a que equivalen. Aquest càlcul s'ha realitzat aplicant el factor de carboni equivalent de 0,5 kg de C per kg de matèria seca (IPPC 2006).

11.1.RESULTATS SÒLS: FACTORS QUE INFLUENCIEN AMB EL CONTINGUT DE CARBONI EN EL SÒL

Tal com s'ha introduït a l'apartat de la metodologia específica en l'apartat de sòls els factors que s'han observat al terreny han estat els següents: pH, humitat, orografia del terreny, textura del sòl, clima i ús del sòl.

En el factor pH, la dependència és molt acusada amb un valor del coeficient de correlació (r^2) de $r^2 = 0,7541$ per el pH i H⁺ (*figura 11.6 i 11.7*), i amb un valor més baix amb $r^2 = 0,4279$ per pH- C (*figura 11.8*). Altres factors com la humitat i l'orografia també oscil·len amb valors acceptables en quant a la correlació de variables amb valors de $r^2 = 0,3404$ (humitat) (*figura 11.9*) i $r^2 = 0,5438$ (orografia del terreny) (*figura 11.10*). Per avaluar l'efecte de l'orografia s'ha tractat la variable de la inclinació. En cada SAF es va agafar la inclinació del pendent segons el terreny, si el terreny presentava moltes irregularitats significatives es van agafar varies pendents. Les dades tractades són amb la mitjana d'aquests valors⁶⁰ (*taula 11.3*).

Variables		Correlació (r^2)	Funció
pH	pH - H+	0,7541	$Y = 1,5239x^2 - 20,479x + 69,526$
	pH - C	0,4279	$Y = 49,344x^2 - 525,45x + 1469,2$
Humitat	Pes sec - C	0,3404	$Y = -10 \cdot 10^{-4}x^2 + 0,0958x + 92,783$
Orografia del terreny	Inclinació - C	0,5438	$Y = 29,092 \ln(x) - 110,6$

Taula 11.3: Resultats dels models polinomials i logarítmic dels factors que influencien amb la captura de carboni en el sòl.

⁶⁰ Vegeu annex taules (CD): Taula de tractament de dades d'inclinació. Vegeu fitxes de camp: Apartat inclinació del terreny (CD material complementari).

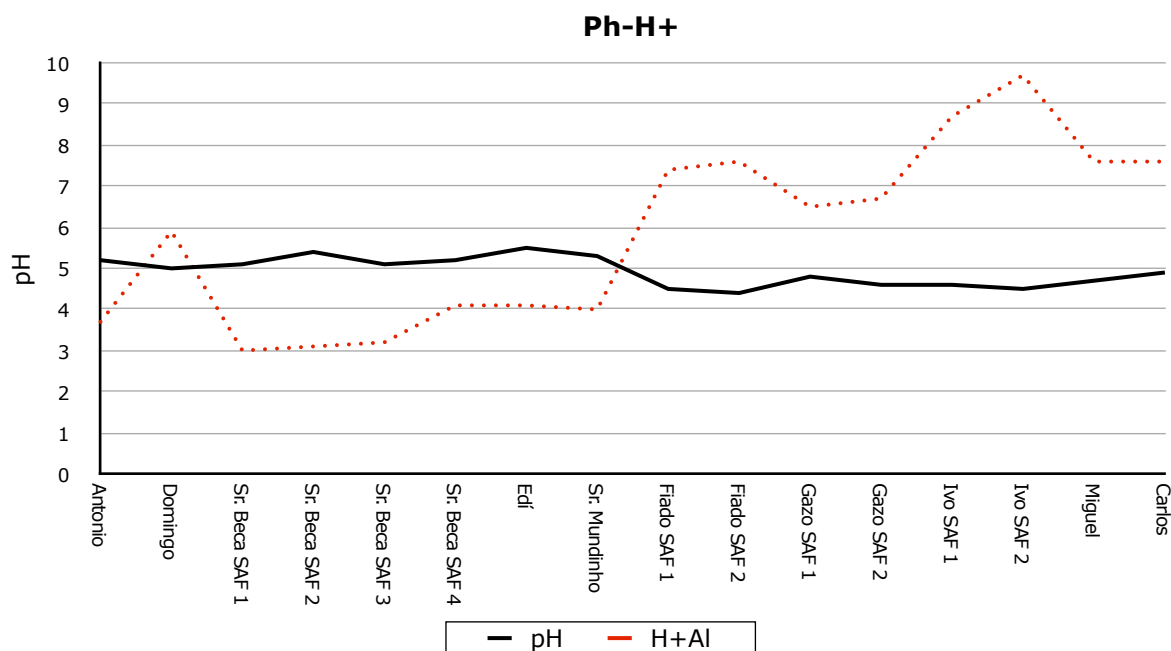


Figura 11.6: Gràfic relació pH i H⁺ de forma visual, mitjançant un gràfic de línies.

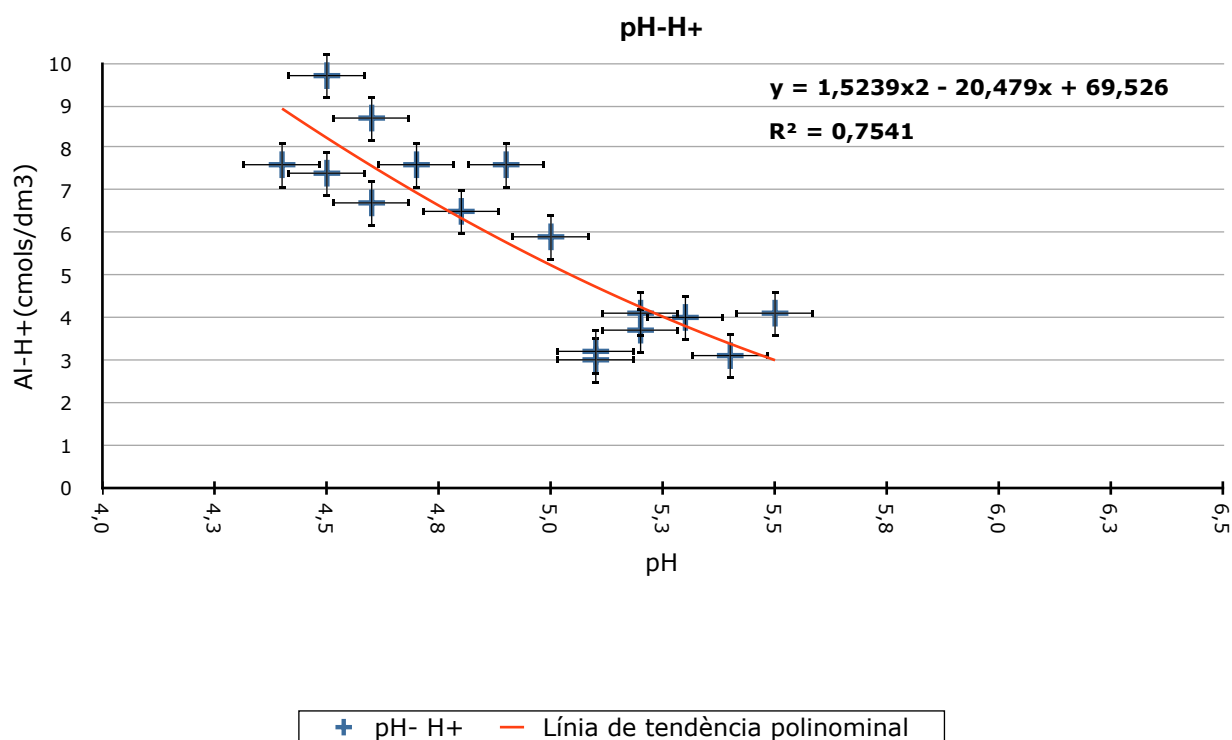


Figura 11.7: Gràfic relació pH i H⁺, mitjançant un diagrama de dispersió amb ajust polinomial. Amb una relació alta $r^2 = 0,7541$.

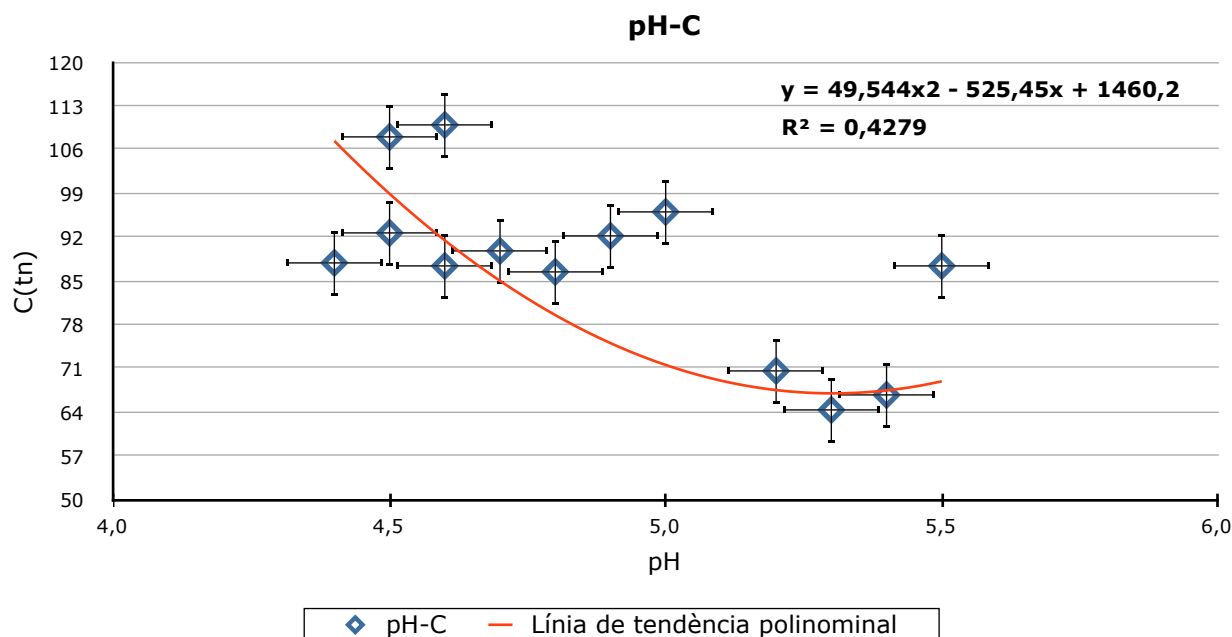


Figura 11.8: Gràfic relació pH i C, mitjançant un diagrama de dispersió amb ajust polinomial de segon grau. Amb una relació alta $r^2 = 0,4279$.

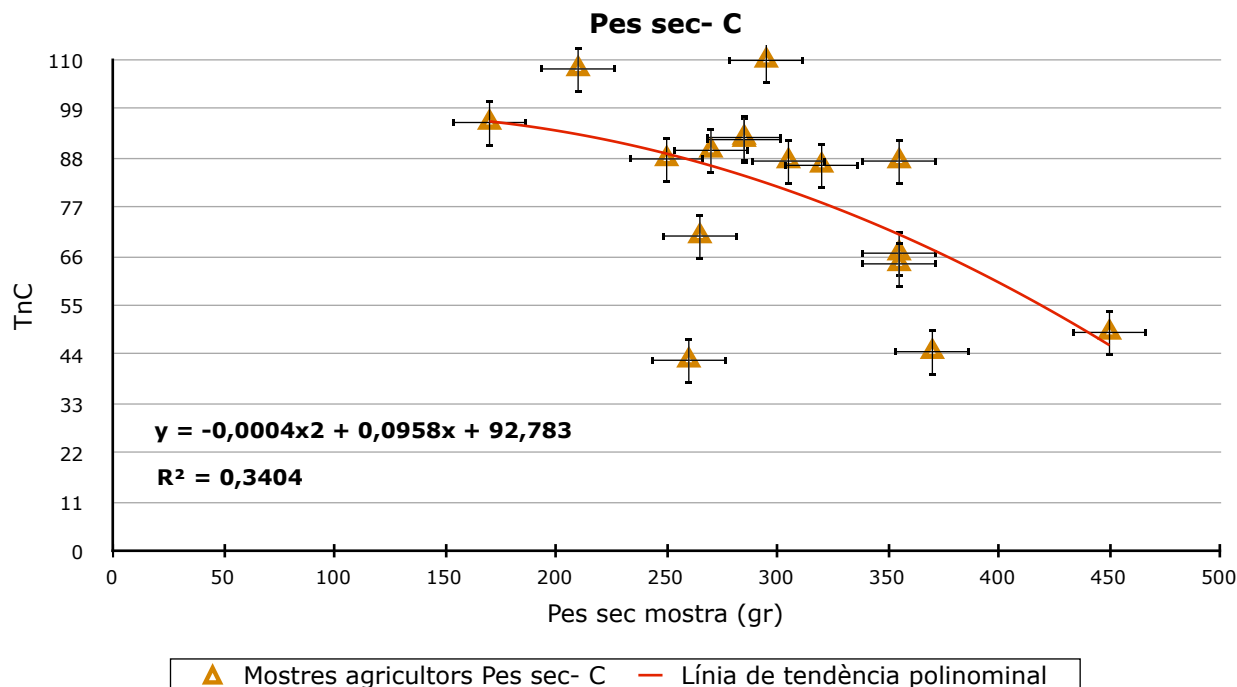


Figura 11.9: Gràfic relació pes sec i C, mitjançant un diagrama de dispersió amb ajust polinomial de segon grau. Amb una relació alta $r^2 = 0,4279$.

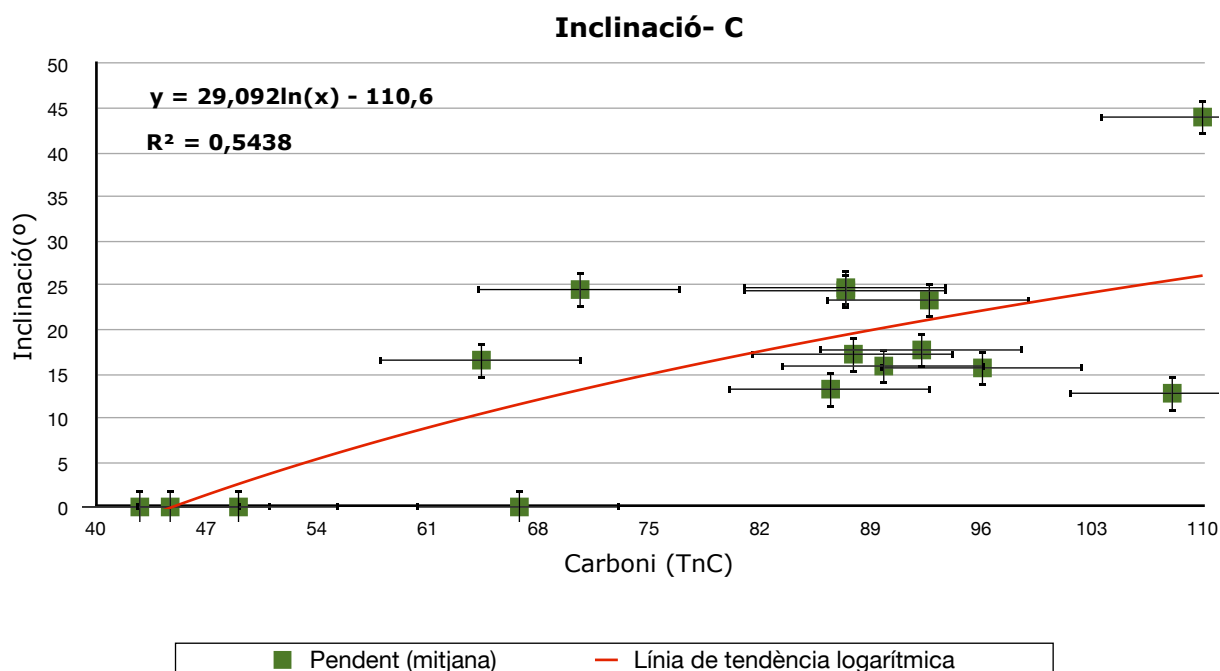


Figura 11.10: Gràfic de dispersió entre el Carboni i inclinació, amb ajust logarímic. Amb una relació alta $r^2 = 0,5438$.

La textura d'aquests sòls és sorrenca i argilosa, on la presència de Carboni en el de sòl argilós ha estat major amb un 89,36 TnC de representació i amb un valor menor, amb un 50,7 TnC de representació en sòl arenós (*taula 11.4 figura 11.11*). Dels setze SAFs estudiats dotze presentaven una textura argilosa en el sòl i els quatre SAFs restants una textura sorrenca.

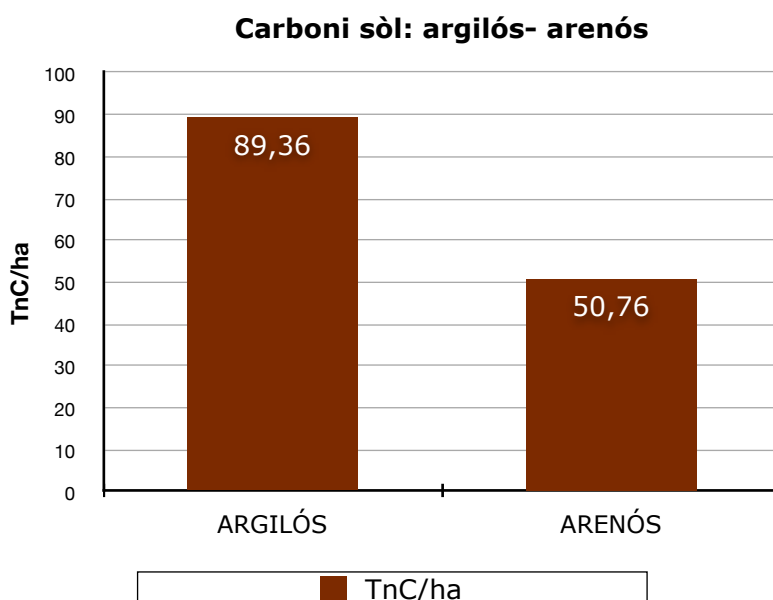


Figura 11.11: Gràfic de columnes entre el Carboni en els sòls argilosos i els sòls arenosos.

En aquest estudi s'ha estudiat dos àrees localitzades en el mateix clima i amb una distància propera. El clima també és un factor determinant davant del contingut de Carboni en el sòl, on es consideren com a variables que determinen el clima; la precipitació i la temperatura. Les àrees estudiades de les dos regions presenten una diferència d'un grau de temperatura entre



les mitjanes totals, per tant la temperatura no seria una dada a destacar, ja que les dos es troben a una temperatura elevada (aprox 25-26°)⁶¹. No obstant, degut a la proximitat de les dues zones d'estudi només s'ha considerat la variable amb més variancia, la precipitació. Hi ha una major precipitació en els SAFs de Taboquinhas que en els d'Itacaré.

Els resultats obtinguts són que en el clima d'Itacaré amb una precipitació acumulada de 985 mm el sòl té un contingut de carboni de 65,16 TnC i és inferior al valor de Taboquinhas que registra una precipitació acumulada de 1019,5 mm i el sòl d'aquesta zona té un 94,28 TnC (*taula 11.4, 11.5 i figura 11.12*). Dels setze SAFs estudiats, 8 pertanyen a la zona d'Itacaré i vuit a Taboquinhas.

Variables	Tipus	Contingut de Carboni (TnC)
Textura del sòl	argilós	89,36
	arenós	50,76
Clima	Itacaré	65,16
	Taboquinhas	94,28

Taula 11.4: Resultats dels models en columna dels factors que influencien amb la captura de carboni en el sòl.

Zona	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Itacaré	57,5	56	89,5	125,5	100	67,5	85	66	64	117,5	127	64
Taboquinhas	56	65	92	81	98,5	66	85	66	64	118	130	64

Taula 11.5: Resultats de les precipitacions anuals (mm) de Taboquinhas i Itacaré.

⁶¹ Vegeu apartat de climatologia

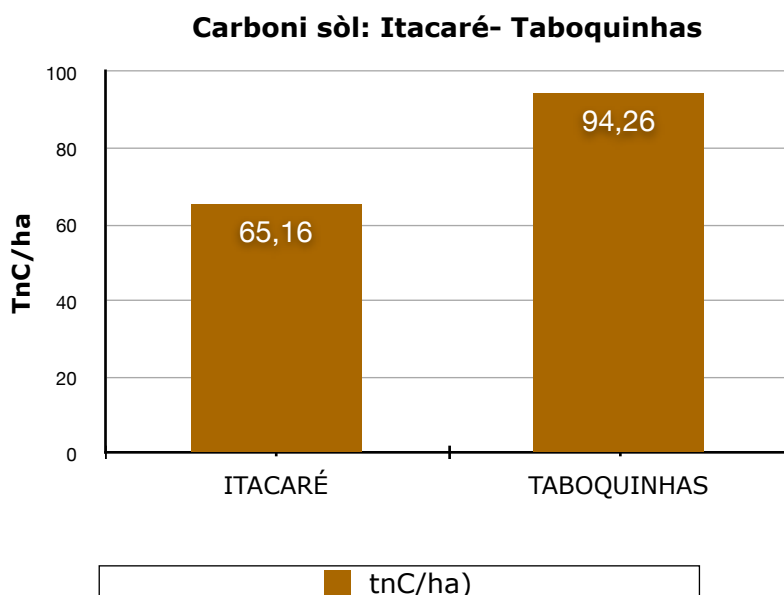


Figura 11.12: Gràfic de columnes de representació de TnC/ha en els sòls d'Itacaré i Taboquinhas.

En l'ús dels sòls no es poden obtenir un resultat numèric però sí descriptius, a través de les entrevistes realitzades (*taula 11.6*). Amb la descripció de la gestió i els usos del sòl⁶² es pot fer un quadre resum de l'ús del sòl de cada SAF i per poder relacionar els resultats obtinguts en el gràfic de columnes (*figura 11.13*).

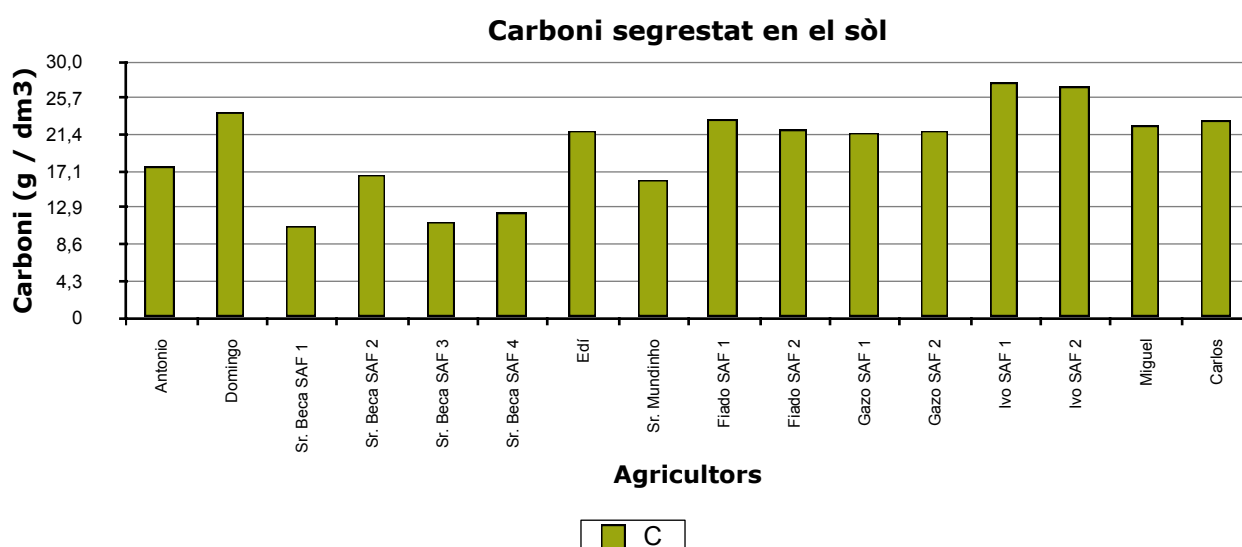


Figura 11.13: Gràfic de columnes de Carboni en els SAFs dels Agricultors.

⁶² annex: Vegeu: Fitxes de camp (CD)



Codi SAF	Característiques dels usos del sòl
ANTONIO	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Capoeira-SAF o pràctica de cultiu de mandioca-SAF. La zona on s'han pres les mostres és el sector on s'hi va practicar cultiu, per tant aquestes terres fa uns anys (aprox. 10) va ser sotmeses a explotació agrícola, sobretot, poca protecció del mantell del sòl i crema de la vegetació que si plantava en ell.</p> <p>Cal remarcar que quan es va gestionar com a SAF inicialment va plantar tant espècies natives com fruïteres. En el SAF s'hi troben 4 Jaques (<i>Artocarpus heterophyllus</i>) de gran edat, les quals poden afavorir la biomassa en el sòl. No utilitza biofertilitzant sinó adob natural (excrement de gallines).</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
DOMINGO	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària-Capoeira-SAF(10 anys) o Mata primària-mandioca(12 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és el sector on es va passar de mata primària a capoeira i posteriorment amb poda selectiva es va treballar amb SAF, per tant aquestes terres, sempre han tingut una estructura forestal.</p> <p>Cal remarcar que fa dos anys que no rep cap manteniment ni gestió i no se li aplica cap tipus d'adob orgànic, el SAF està predominat per açai i les espècies natives es troben molt repartides en el SAF i són més abundants en els límits d'ell. Apart dels arbres fruïters com el cupuaçu i l'açaí si troben bananes (espècie que es descomposa molt ràpid i aporta molt poc carboni al sòl).</p> <p>Ús del sòl: Sòl forestal.</p>
SR.BECA1	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària- mandioca(14 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF envoltat de capoeira de 20 anys.</p> <p>Aquesta àrea és predominada per Açai i les espècies natives es troben molt repartides en el SAF i són més abundants en els límits d'ell. En el perfil del sòl no s'observava l'horitzó d'humus diferenciat.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
SR.BECA2	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària- mandioca(14 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF envoltat de capoeira de 20 anys.</p> <p>En aquest SAF, tot i ser jove en quant a la plantació d'arbres fruïters és un SAF madur, on hi ha molts arbres natius i el sotabosc és abundant i diversificats, hi ha presència d'espècies natives de gran edat com la Jaca o Dendé.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
SR.BECA3	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària- mandioca(14 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF envoltat de capoeira de 20 anys.</p> <p>En aquest SAF, es molt poc heterogeni davant d'espècies, ja que està predominat per Cupuaçu de 4 anys (arbre fruïter) i es troben espècies natives disperses per SAF majoritàriament de trocs primis i es troba un Jaca en el mig del SAF de gran antiguitat (de la mateixa edat que en el SAF2).</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>



Codi SAF	Característiques dels usos del sòl
SR.BECA4	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària- mandioca(14 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF envoltat de capoeira de 20 anys.</p> <p>En aquest SAF, es molt poc heterogeni davant d'espècies, ja que esta predominat per Cupuaçu de 8 anys (arbre fruiter) i es troben espècies natives als límits del SAF, majoritarmament de trocs prims. Es troben Dendès de gran antiguitat, en el mig del SAF.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
EDÍ	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: mata primària/capoeira-monocultius (Cacau, Coco, Banana, Laranja)/mandioca- SAF. La zona on s'han pres les mostres és un SAF jove aprox.1 any on durant 13 anys si va practicar mandioca.</p> <p>Aquesta àrea hi ha moltes obertures on hi arriba molt la llum en el sòl, ii el sòl esta cobert per molta fullaraca i herbes tallades del propi sotabosc (deixades sobre el mantell de sòl per protecció i adobació.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
MUNDINHO	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: Mata primària(50 anys)-mandioca(10 anys)-SAF(10 anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF on si ha practicat cultiu de mandioca però segons el sector amb més o menys intensitat ja que es troben individus de 4 anys i altres de 8 anys.</p> <p>En aquest SAF, en el sector de Cacaús de 8 anys es troba un estrat arbori dens on hi arriba poca llum el sòl i cobert per molta fullaraca i amb força diversitat d'espècies natives, m'entres que en el sector de Cacaús de 4 anys es troben més obertures i el sòl no esta tant protegit.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
FIDO	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: mandioca-capoeira- SAF. La zona on s'han pres les mostres és un SAF jove d'un any on es troben moltes clarianes i la llum arriba al sòl.</p> <p>Hi hagut un tractament previ a la plantació, s'ha dut a terme una bona adobació del terrenys: biofertilitzant, compost orgànic, calcària i fòsfor.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal</p>
FIDO2	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: mandioca-capoeira- SAF. En aquest SAF, es molt poc heterogeni davant d'espècies, ja que esta predominat per Cacau i Cupuaçu (arbre fruiter) i es troben espècies natives disperses pel mig del SAF, majoritarmament de trocs prims. El sector de Cacaús de 8 anys es troba un estrat arbori dens on hi arriba poca llum el sòl i cobert per molta fullaraca.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
GASO	<p>En el SAF d'aquest agricultor hi hagut diferents canvis de gestió: mata primària/capoeira-monocultius (Cacau)/mandioca (3 anys)- SAF(3-2anys). La zona on s'han pres les mostres és un SAF jove on des de fa dos anys es va passar d'un sistema forestal basat amb cabruca (Cacaús) a la introducció de Açaí, Banana i Cupuaçu.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>



Codi SAF	Característiques dels usos del sòl
GASO2	<p>En el SAF d'aquest agicultor hi hagut diferents canvis de gestió: mata primària/capoeira-monocultius (Cacau)/mandioca (3 anys)- SAF(2any). La zona on s'han pres les mostres és un SAF jove on des de fa dos anys es va passar d'un sistema agrícola a forestal. És un SaF on els seus límits es troben marcats per un prat de pastura i capoeira.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
IVO	<p>En el SAF d'aquest agicultor hi hagut diferents canvis de gestió: mata primària- cabruca/mandioca/pastura- SAF. La zona on s'han pres les mostres és un SAF jove on des de fa dos anys es va passar d'un sistema forestal. Cal remarca que aquest SAF és el que presenta més diversitat d'espècies de tots els estudiats, és un SAF molt heterogeni i molt ben gestionat, les espècies entre elles tant natives com fruteres presenten la mateixa distància. Hi ha espècies natives que ja es trobaven en el SAF que són les que proporcionen ombra al SAF i d'altres plantades des de fa 2 o 3 anys.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
IVO2	<p>En el SAF d'aquest agicultor hi hagut diferents canvis de gestió: mata primària- cabruca/mandioca/pastura- SAF.</p> <p>En aquest SAF, es molt poc heterogeni davant d'espècies, ja que esta predominat per Cacau (arbre fruiter) i es troben espècies natives disperses per SAF majoritarmament de trocs prims, té una estructura més aviat propia de cabruca i no de SAF. És una àrea que tot i tenir una gran inclinació, el mantell del sòl esta protegit per un sotabosc molt dens.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
MIGUEL	<p>En el SAF d'aquest agicultor hi hagut diferents canvis de gestió:capoeira (8 anys)- mandioca (aprox.8 anys)-pastura(4 anys) - SAF(3 anys).</p> <p>Aquest SAF va patir una gran explotació agrícola fins el punt que era improductiu i l'agricultor va deixar-lo com a terreny de pastura. Posteriorment al iniciar el projecte de "Movimiento Mecenass da Vida" aquest SAF va rebre un pretractament en el sòl per tal de fertilitzar-lo i aconseguir plantar un SAF jove. S'ha vist molta millora de la qualitat del sòl.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>
CARLOS	<p>En el SAF d'aquest agicultor hi hagut diferents canvis de gestió: capoeira-mandioca/monocultius (Cacau, eucaliptus). Totes les àrees d'aquest agicultor que van esta desforestades, actualment estan reforestades ja sigui amb cabruca, capoeira, eucaliptus o SAF. La zona on s'han pres les mostres és un SAF on anteriorment es va plantar mandioca. Tot i així és un SAF que ha rebut un tractament molt constant en el sòl i adició de biofertilitzants, calcària i fòsfor i el seu sotabosc amb molt pocs anys a passat a ser diversificat i dens.</p> <p>Ús del sòl: De sòl agrícola a sòl forestal.</p>

Taula 11.6: matriu resum de l'ús del sòl segons cada agricultor.

Per altra banda, mitjançant els anàlisis al laboratori del CEPLAC s'ha obtingut el contingut de carboni de cada SAF. Els resultats oscil·len entre un rang de 10 -30 gr C/dm³(*taula 11.7*). Aquest ajuden a trobar una relació amb els resultats descriptius de cada SAF.



Ús de sòl	
Agrícultor	gr/dm ³
Antonio	17,64
Domingo	24,00
Sr. Beca SAF 1	10,68
Sr. Beca SAF 2	16,68
Sr. Beca SAF 3	11,16
Sr. Beca SAF 4	12,24
Edí	21,84
Sr. Mundinho	16,08
Fiado SAF 1	23,16
Fiado SAF 2	21,96
Gazo SAF 1	21,60
Gazo SAF 2	21,84
Ivo SAF 1	27,48
Ivo SAF 2	27,00
Miguel	22,44
Carlos	23,04

Taula 11.7: Resultats del contingut de carboni en cada SAF dels agricultors.

11.2.RESULTATS SÒLS: RESULTATS FINALS DEL CARBONI EN EL SÒL A VINT ANYS.

Tal com s'ha anomenat en els objectius es vol idear una metodologia pràctica i determinar la potencialitat de captació de carboni d'un tipus de plantació SAF específica, per una zona d'estudi determinada en un període de 20 anys. Per tant, s'han tractat les dades per obtenir el contingut de carboni en el sòl al cap de 20 anys, ja que és una de les variables que tindrà una gran influència en l'elaboració dels escenaris futurs.

El resultat que s'obté en aquest apartat, és tones de carboni per hectàrea. El resultat final que ens interessa és la capacitat de segrest que té cada espècie, més una unitat de superfície que ocupa segons la distància de plantació entre una espècie i l'altra (180 cm). Per tant, aquest valor s'ha de convertir a tones de carboni per 11m², que és la superfície que ocupa un arbre amb un radi de distància al seu entorn, de 180 centímetres.



En la taula 11. 5 de resultats, es pot observar que la dependència més acusada és en els sòls de Taboquinhas amb un valor del coeficient de correlació de 0,6363 (*figura 11.14*), on seguidament amb un valor significatiu també de 0,4413 (*figura 11.18*) en els sòls totals argilosos. En aquests dos models el pendent és positiu, per tant a la llarga té una tendència ascendent en augmentar el contingut de carboni en el sòl (*figura 11.15 i 11.19*).

No obstant, altres resultats obtinguts són els sòls d'Itacaré. En aquests s'han obtingut una pendent negativa que dóna tendència a una disminució de Carboni en el sòl, al pas dels anys (*figura 11.16*). La correlació en els sòls d'Itacaré, tant per textura sorrenca com argilosa, la correlació de dependència entre les variables és elevada amb un valor de 0,8498 (s. argilós) i de 0,8072 (s. arenós) (*figura 11.17*).

Variables	Correlació (r^2)	Funció
C - Anys Taboquinhas	0,6363	$Y = 13,505 \ln(x) + 73,991$
C - Anys (a 20 anys) Taboquinhas	0,8764	$Y = 13,505 \ln(x) + 73,992$
C - Anys Itacaré	0,4723	$Y = -14,735 \ln(x) + 79,138$
C - Anys Itacaré sòl argilós	0,8498	$Y = -27,6162 \ln(x) + 104,9$
C - Anys Itacaré sòl arenós	0,8072	$Y = -10,041 \ln(x) + 64,68$
C - Anys Itacaré sòl argilós (Taboquinhas- Itacaré)	0,4413	$Y = 3,246x + 75,624$
C - Anys Itacaré sòl argilós (a 20 anys Taboquinhas- Itacaré)	0,8715	$Y = 3,246x + 75,625$

Taula 11.8: Resultats de correlació entre els diferents factors que influeixen el SOC del sòl.

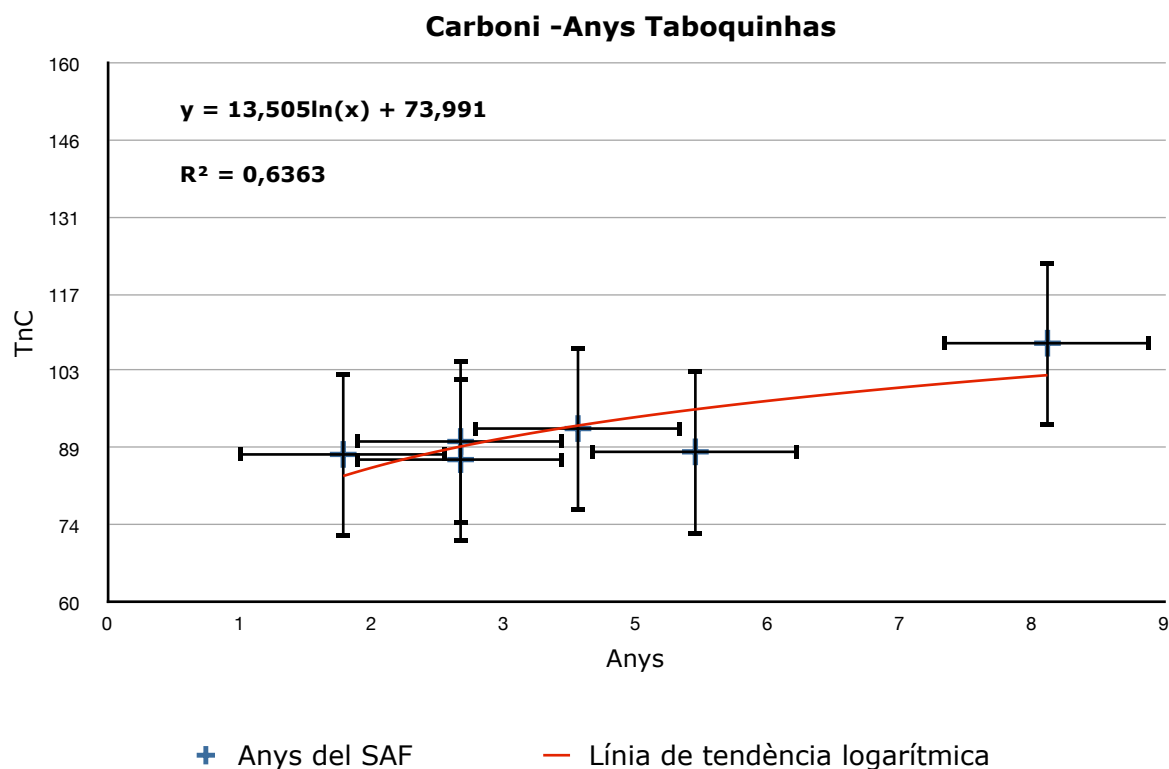


Figura 11.14: Gràfic de dispersió entre el Carboni i any del SAF, amb ajust logarítmic .Amb una relació alta $r^2 = 0,6363$.

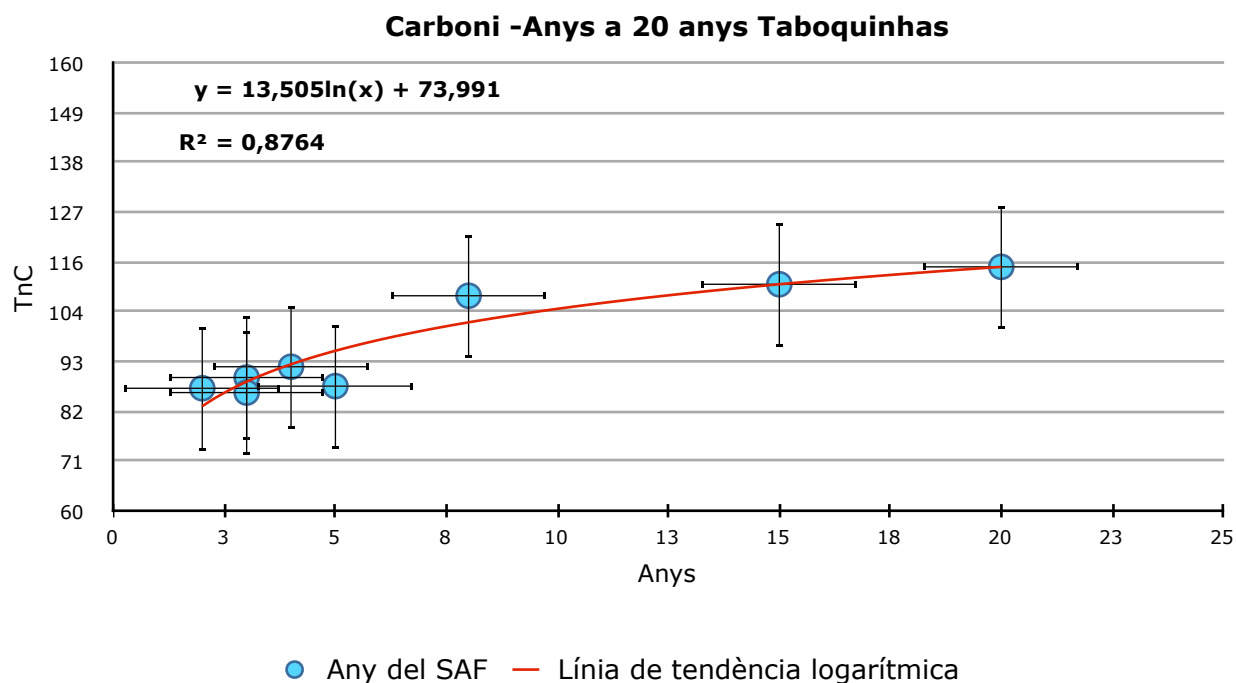


Figura 11.15: Gràfic de dispersió entre el Carboni i estoc a vint anys amb ajust logarítmic. Amb una relació alta $r^2 = 0,8764$.

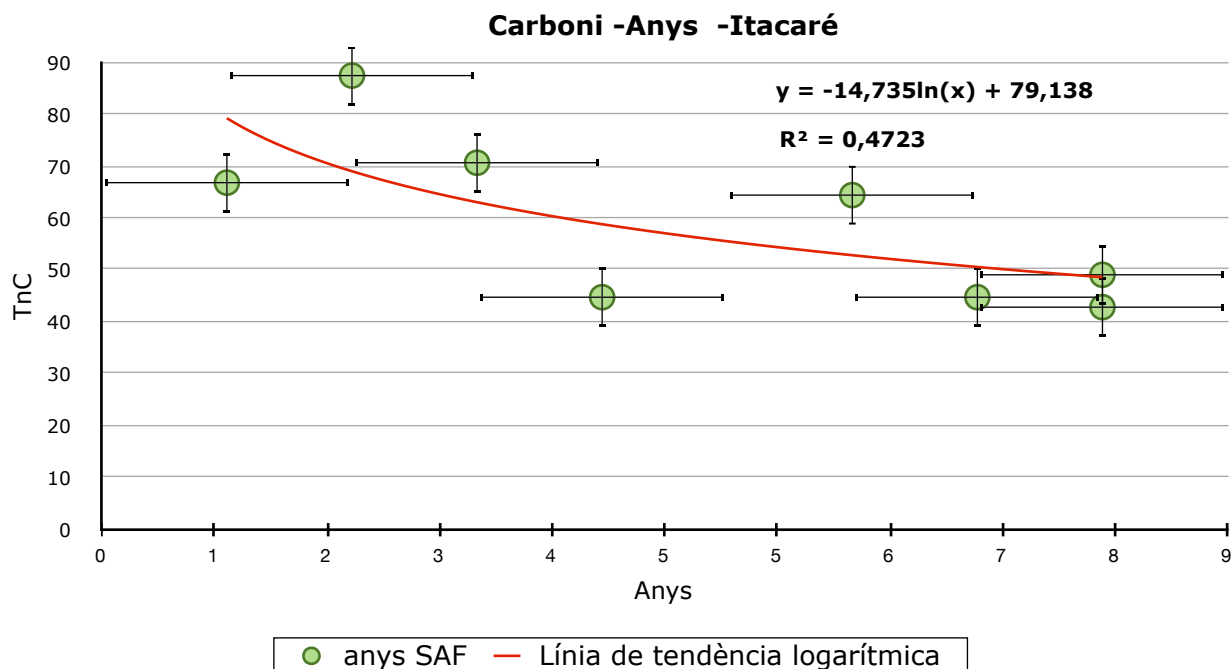


Figura11.16: Gràfic de dispersió entre el Carboni i estoc a vint anys a Itacaré, amb ajust logarítmic . Amb una relació alta $r^2= 0,4723$.

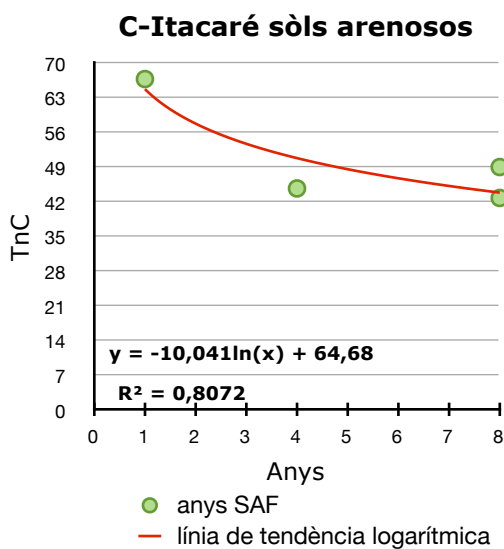
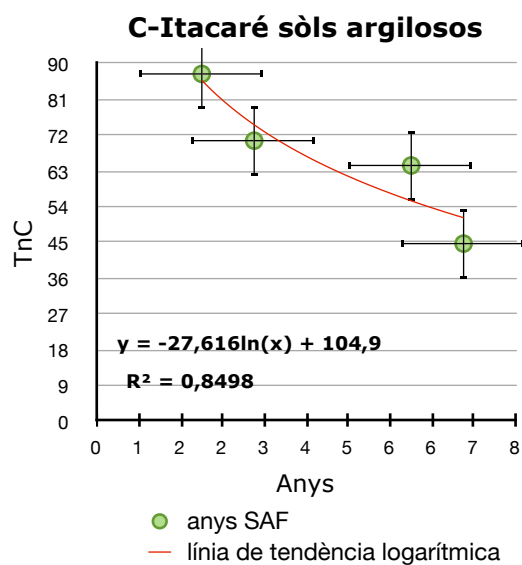


Figura 11.17: Gràfic de dispersió entre el Carboni i estoc a Itacaré (argilós i arenós), amb ajust logarítmic . Amb una relació alta $r^2= 0,8498$ i $r^2= 0,8072$.

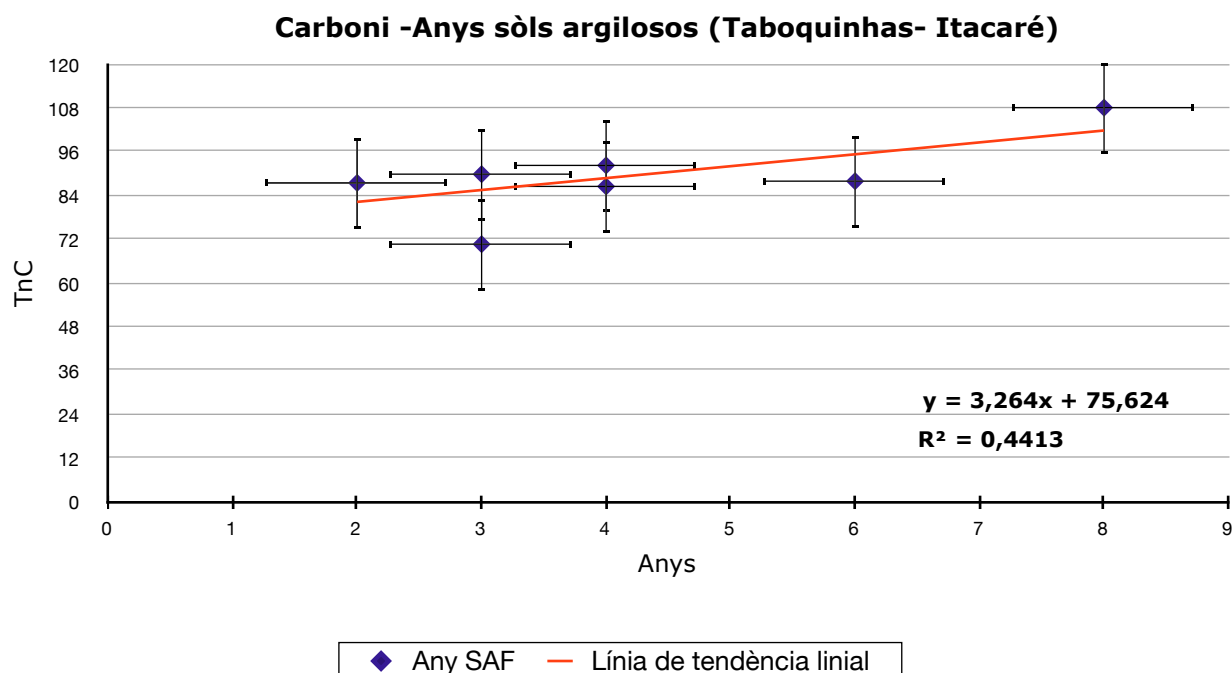


Figura.11.18: Gràfics de dispersió entre el Carboni i stock a vint anys a sòls, amb ajust linial . Amb una relació $r^2 = 0,4413$

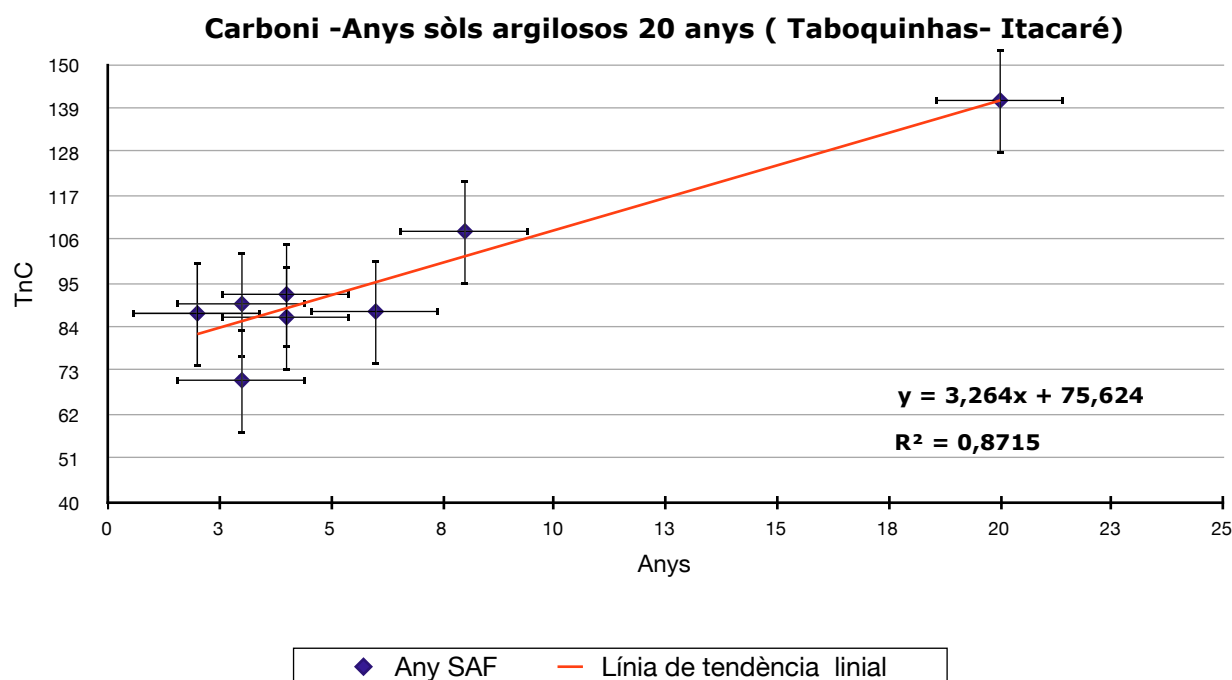


Figura 11.19 : Gràfics de dispersió entre el Carboni i stock a vint anys a sòls, amb ajust linial. Amb una relació alta $r^2 = 0,8715$.

Un cop s'ha obtingut el carboni que s'ha emmagatzemat al llarg de vint anys en els dos sectors (Taboquinhas i Itacaré), s'ha de restar el carboni que hi havia a any u. D'aquesta manera es sabrà el carboni que s'ha emmagatzemat en el sòl durant aquest període de temps. S'ha substituït en la funció obtinguda en els models de la figura 11.14 i 11.18 la x per un valor = 1. Els valors obtinguts a any u són: 8,13901 (Taboquinhas) i 86,757 (Itacaré).



Finalment el resultat total de carboni emmagatzemat al sòl en 11m² en vint anys és 118.180Kg de C a Taboquinhas i 67,84Kg de C a Itacaré.

Zona	Any 1 (11m ²)	Any 20 (11m ²)	Carboni emmagatzemat (kg) en 11m ² en 20 anys en el sòl
Taboquinhas	8,13901	126,3196	118,18059
Itacaré	86,757	154,5984	67,8414

Taula 11.9. Carboni emmagatzemat en el sòl

11.3.RESULTATS NECROMASSA I M.O.M : RESULTATS FINALS DEL CARBONI EN EL SÒL

En la taula 11.10 de resultats, es pot observar que hi ha molt poca dependència entre les variables de biomassa en AB i sotabosc amb relació als anys, amb correlacions de 0,003 i 0,28. Aquests resultats no expliquen cap tipus de relació i s'han desestimat. S'ha buscat una correlació entre sotabosc i quantitat de carboni i l'augment del diàmetre i quantitat de carboni, els resultats obtinguts tenen una dependència més gran amb correlacions de 0,32 per el sotabosc i 0,40 per el diàmetre sense tenir el compte la variable del temps (*figura 11.20 i 11.21*).

Variables	Correlació (r ²)	Funció
Sotabosc - C	0,3278	$Y = 31,047 \ln(x) + 96,488$
Diàmetre/m² - C	0,4007	$Y = -0,0682x^2 + 4,5274x + 22,169$
Diàmetre/m² - Anys	0,40	$Y = -0,0181x + 4,6311$
Sotabosc -Anys	0,003	$Y = -1,1314\ln(x) + 0,7742$

Taula 11.10: Resultats dels models logarítmics, lineals i polinomials de les variables del sotabosc i les àrees basals .

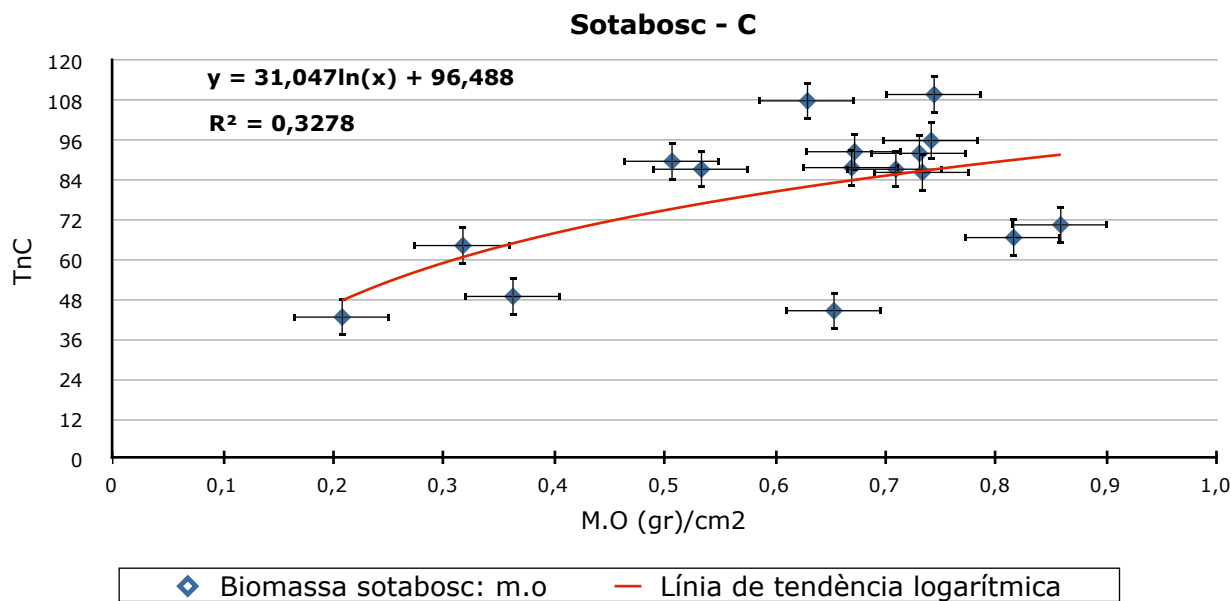


Figura 11.20: Gràfic de dispersió entre el Carboni i sotabosc amb ajust logarítmic. Amb una relació $r^2 = 0,3278$.

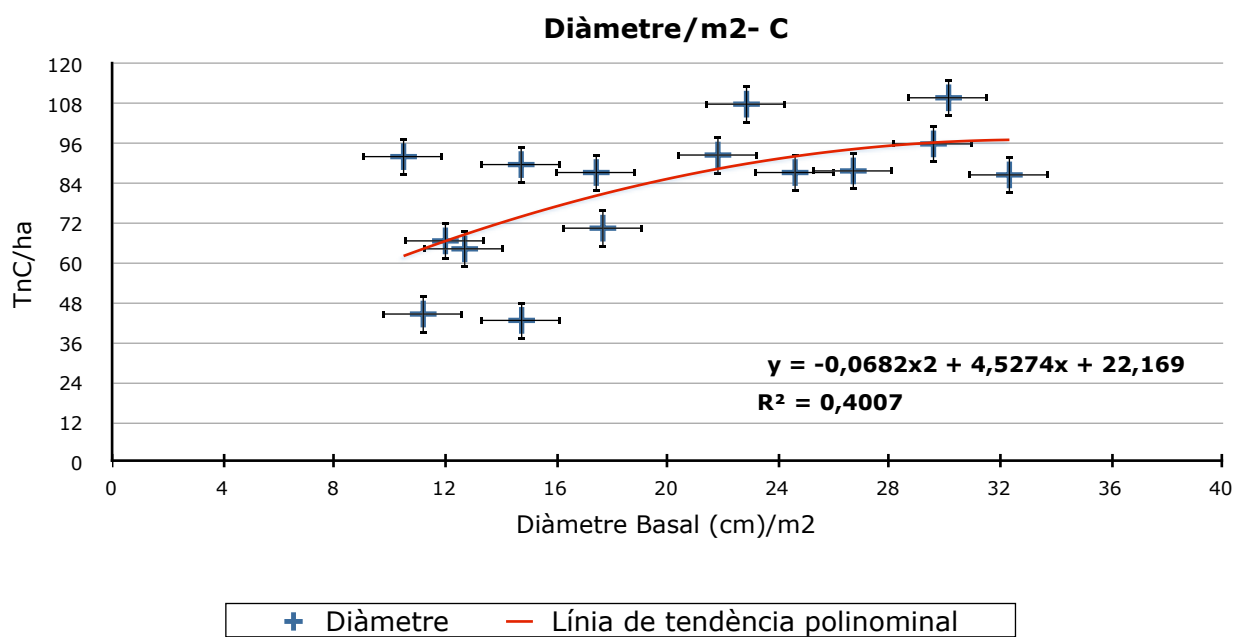


Figura 11.21: Gràfic de dispersió entre el Carboni i diàmetre amb ajust logarítmic. Amb una relació $r^2 = 0,4007$.

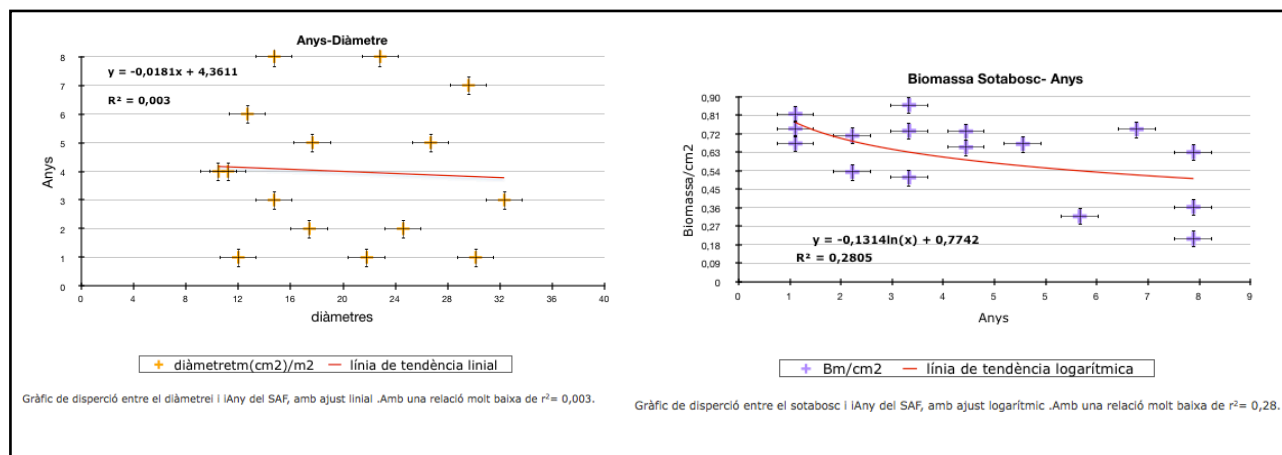


Figura 11.22: Gràfics visuals per comprendre la tendència negativa de les variables de diàmetres i sotabosc en funció dels anys.

11.2.RESULTATS TOTALS: RESULTATS FINALS DEL CARBONI, UNA UNITAT DE SEGREST A VINT ANYS.

Finalment, amb la recollida dels resultats obtinguts dels diferents sectors estudiats i vàlids: espècies i sòl, s'han realitzat els càlculs finals per obtenir un únic resultat. El resultat final; **quantitat de CO₂ per unitat de segrest (UdS)**, s'ha obtingut de la suma del carboni en el sòl i de les espècies. La necromassa, m.o.m i àrea basal han estat desestimades, aquests valors ens donaran resultats descriptius i útils per la millora de gestió i seguiment.

En la taula 11.11 es recullen tots els valors obtinguts i convertits en la unitat final que ens interessa, on els resultats finals totals són; a Taboquinhas, 141,142 KgCO₂/UdS per l'açaí, 140,401 KgCO₂/UdS per el cupuaçú i 127,867 KgCO₂/UdS per el cacau. Per l'altra zona, a Itacaré s'ha obtingut 90,803 KgCO₂/UdS per l'açaí, 90,062 KgCO₂/UdS per el cupuaçú i 77,527 KgCO₂/UdS per el cacau.

Espècie	kg biomassa (sspp.)	kg Carboni (sspp.)	tnC/ha a 20 anys (sòl)		kg/unitat (11m ²) a vint anys (sòl)		kg CO ₂ /unitat de segrest	
			Taboq.	Itacaré	Taboq.	Itacaré	Taboq.	Itacaré
Açaí	46,8602	22,961498	114,836	140,544	118,1806	67,8414	141,142098	90,802898
Cupuaçú	45,3486	22,220814	114,836	140,544	118,1806	67,8414	140,401414	90,062214
Cacau	19,7676	9,686124	114,836	140,544	118,1806	67,8414	127,866724	77,527524

Taula 11.11. Dades dels kg de biomassa i el CO₂ equivalent.

D'aquests resultats finals és important destacar que el carboni del sòl representa aproximadament un 80% del carboni total emmagatzemat en els sistemes SAF en vint anys.



12.DISSCUSSIÓ

Els resultats han estat tractats per realitzar una comparativa entre el carboni que pot capturar el cacau, el cupuaçu i el açaí conjuntament amb altres factors que poden influir com el sòl, el sotabosc (M.O.M i necromassa) i l'àrea basal (AB). Amb aquest tractament de resultats, es vol arribar a proposar diferents **escenaris** representatius que serveixin com a model per poder calcular la potencialitat de carboni d'un SAF segons, les característiques dels terrenys i l'interès de l'agricultor i l'empresari.

El principal objectiu d'aquest projecte, és elaborar una metodologia per millorar el càlcul de potencialitat de segrest de carboni que té un SAF en vint anys, per aquest fet és molt important la variable del temps. Un cop s'han tractat les dades dels diferents sectors es pot fer la següent discussió.

12.1.ESPÈCIES

Del conjunt de dades recollides es troba que existeix una gran dispersió en els resultats (variàncies de l'ordre de milers per algunes edats). Aquesta dispersió es podria explicar, a part de l'error sistemàtic dels aparells de mesura, per la gran variabilitat de condicions al creixement segons l'àrea d'estudi, per l'asimetria del nombre d'individus per edats dels que s'han pogut recollir informació, per l'ús de dues fórmules diferents per al càlcul de les biomasses entre els plançons i els adults.

A l'eliminar les dades atípiques, el nombre de dades es va reduir a 1.703 individus, dels quals 615 eren açaí, 652 cacaos i 436 cupuaçús (56 açaís, 124 cacaos i 208 cupuaçús resulten valors atípics).

En afegit a l'asimetria de les dades, com la mida de la mostra és petita, l'aproximació del model de Von Bertalanffy no és suficientment bona (R^2 de 1% a 15%) a més, els valors del paràmetre β_2 en les variables de ABSP i DISTSP són de l'ordre de 1.000 vegades menor que els de β_1 , i això fa que la variable no tingui influència tot i tenir en alguns casos, una bona aproximació. A més, en el càlcul dels fluxos de biomassa, en alguns casos donen valors negatius, cosa que no s'ajusta a la realitat. Per aquests motius aquest model s'ha desestimat.

Amb el model de Mitscherlich-Baule les aproximacions i els valors de les constants són més aproximats (R^2 de 23% a 48%) i les diferències entre els paràmetres varia en l'ordre de 10. La influència d'aquestes variables també és petita comparat amb el pes de la variable EDAT, però tenen més pes que en el model de Bertalanffy.

Utilitzant el **model de Mitscherlich-Baule** s'han obtingut les biomasses a vint anys mitjançant la variable endògena EDAT i les variables exògenes ABSP i DISTSP. Les dues primeres variables incrementen amb el temps, mentre que la tercera es fixa a 180cm, que és la distància a que es planten els plançons. L'increment de l'EDAT és unitari, mentre que el de ABSP és un increment que segueix una funció logarítmica (apartat resultats, pàgina 54). L'ajust a aquesta funció s'ha obtingut utilitzant la mitja de les àrees basals dels individus que



disposàvem, i en els valors dels màxims per cada espècie trobats a la bibliografia (taula 9.4 de màxims pàg. 46).

Els valors de biomassa estimats amb el model Mitscherlich-Baule són semblants amb els valors de treballs d'altres autors (taula 11.1).

Espècie	SimbioCO ₂	Relació	Autor
Açaí	25 kg·arbre ⁻¹ (8 anys, 10 cm de d)	24–29 kg· arbre ⁻¹ (d=10 cm)	Cole, 2005
	46 kg·t arbre ⁻¹ (20 anys)	47 kg· arbre ⁻¹ (d =15 cm)	Cole, 2005
Cacau	7.7 kg· arbre ⁻¹ (5 anys)	7.5–8.8 kg· arbre ⁻¹ (9 anys)	Alpizar et al, 1986
	19 kg· arbre ⁻¹ (20 anys)	19.3 kg· arbre ⁻¹ (16–17 anys)	Subler, 1994
Cupuaçú	22.8 kg· arbre ⁻¹ (8 anys, 81cm ²)	29 kg· arbre ⁻¹ (80 cm ²)	Schroth, 2002
	45 kg· arbre ⁻¹ (20 anys, 109cm ²)	42.7 kg· arbre ⁻¹ (115cm ²)	Schroth, 2002

Taula 12.1: Taula comperativa de biomasses de diferents espècies en funció de les edats obtingudes per simbioCO2 i altres autors.

Els que tenen més biomassa són els açaís amb els 46.86 kg de biomassa, seguits dels cupuaçús amb 45.35 kg, i els cacaos amb 19.77 kg. Els arbres de cacau són més petits, no arriben als 4 metres d'alçada i la seva densitat de la fusta és menor que la del cupuaçú (0,42 g/cm³ del cacau, 0,55 g/cm³ pel cupuaçú i 0,33 g/cm³ per l'açaí). Tot i que els cupuaçús són de la mateixa família, el creixement d'aquests és molt diferent: en forma de con, i poden arribar a alçades bastant superiors a les del cacau, per això que la seva biomassa sigui molt superior a la d'aquests. Els açaís són palmeres que creixen molt altes tot i no tenir uns troncs tant gruixuts com algunes del seu gènere (*Elaeis guineensis* o el dendé, amb un diàmetre de 75 cm enfront els 20 cm de l'açaí).

Aquest mètode d'estimació de la biomassa mitjançant un **model forestal de stock** fent servir dades monoespecífiques, té certes debilitats:

- Les variables que es comparen han de tenir totes uns valors del mateix ordre per veure la seva influència relativa.
- S'han d'aplicar escenaris per calcular els quilograms per hectàrea que es tindran. Això comporta tenir que fer varis càlculs per conèixer un creixement específic.



12.2.SÒLS

Hi ha diferents factors com s'han anomenat anteriorment que afecten al carboni del sòl, els quals també s'han tractat i s'han obtingut uns resultats. Aquests resultats són els que han permès entendre la tendència de carboni segrestat en els sòls.

PH: Aquells SAFs⁶³ amb un resultat de pH més alt tenen menys quantitat de H^+ i a mesura que va disminuint el pH es veu un increment del H^+ en el sòl. Aquest canvi s'observa de forma rellevant en aquells SAF que tenen un pH inferior a 5, que tal com descriu la taula 9.5 de rang de pH i els seus efectes en l'apartat de metodologia, aquests són SAF molt àcids i amb un excés de Al^+ i H^+ . Per tant, aquells sòls amb pH més àcids seran més inestables i no capturaran, tant de carboni.

Aquests SAFs que es veuen amb uns pH més àcid, tots coincideixen que es troben a la regió de Taboquinhas. Els SAFs d'aquesta regió són els més joves dins del projecte "Movimiento Mecenaz da Vida" i són aquells que més recentment s'hi ha practicat el cultiu de mandioca. Aquests terrenys en els últims anys han passat d'un sistema agrícola a un sistema forestal⁶⁴. Els sòls agrícoles són els que pateixen més degradació, erosió, escolament superficial i lixiviació, i degut a la seva explotació, el sòl cada vegada es va tornant menys fèrtil, inestable i àcid. Per tant es pot establir una bona relació amb el pH- H^+ i amb la variable del contingut de carboni en el sòl .

La relació entre pH- H^+ tal com s'ha observat en el gràfic linial de resultats⁶⁵, es pot veure com al principi quan es manté el pH sobre 5 hi ha una tendència descendent del H^+ , a la vegada coincidint amb els agricultors residents a la zona d'Itacaré. No obstant, hi ha l'agricultor (Domingo) que destaca per un pic de H^+ amb un pH al voltant de 5. Aquesta dada es podria justificar⁶⁶, ja que aquest agricultor és l'únic que actualment no pot mantenir el seu SAF.

Aquest SAF porta dos anys sense mantenció ni aport de calcària, també és un SAF vell i on sempre s'hi ha trobat una estructura forestal. Aquestes raons donen entendre aquests resultats, és un SAF on el seu pH no s'ha pogut veure disminuït per cap activitat agrícola. Ha sofert poca erosió i escolament superficial, ja que el mantell del sòl sempre ha estat cobert per vegetació i per altra banda es pot veure un augment del H^+ , degut a la deficiència de carbonat càlcic, ja que així s'afavoreixen les reaccions d'oxidació. Aquest procés encara no deu ser prou rellevant com per fer baixar el pH del sòl. Un cop en la gràfica hi ha representats els agricultors de Taboquinhas les dues variables s'inverteixen al mateix temps que augmenta el H^+ disminueix el pH per sota d'un valor de 5, classificant-los com sòls molt àcids, on el raonament d'aquest resultat ja s'ha citat anteriorment, pot ser degut a la gran explotació agrícola i desforestació que han patit els terrenys ens els últims anys.

⁶³ Annex taules (CD): Taules sòls: taula 1.

⁶⁴ Annex: vegeu (CD) fitxes de camp agricultors de Taboquinhas. Apartat de descripció.

⁶⁵ ítem.

⁶⁶ Vegeu annex: Fitxa de camp agricultor Domingo. Apartat descripció.



Humitat: Al cap de vint dies sotmesos a una temperatura $>50^{\circ}\text{C}$ es va observar com els diferents sòls havien disminuït el seu volum segons el contingut d'aigua que hi havia en ell. A partir dels resultats obtinguts s'ha relacionat el pes de la mostra seca (indicador de si ha perdut molta aigua o no) amb les tnC /ha de cada SAF. Pel que fa a la gràfica ens mostra que hi ha una correlació positiva $r^2=0,3404$ entre Pes sec (gr) i C (tn). Les dades justifiquen que aquells SAFs amb menor humitat en el sòl tenen tendència a tenir més C capturat en el sòl.

L'orografia del terreny: Segons els resultats obtinguts sembla a ser que com més pendents hi ha en el sòl menys Carboni hi ha en ell. Per tant, aquells sòls amb més pendent tenen tendència a tenir més erosió, escolament superficial i rentat de nutrients. Aquesta explicació és lògica, ja que la majoria dels SAFs fa pocs anys que tenen el mantell del sòl cobert, ja sigui per sotabosc o per residus vegetals que evitin aquestes pertorbacions.

Les dades atípiques com serien els resultats obtinguts en el SAF del Beca, el Mundinho i Antonio i de l'Ivo(2), són justificables segons la descripció que s'ha obtingut del terreny⁶⁷. En Mundinho i Antonio, tenen uns SAFs molt irregulars on les pendents mesurades no són amb la mateixa inclinació, sinó que estan agafades segons cada sector del SAF amb uns pendents diferents i al realitzar la mitjana entre els pendents es pot obtenir una mitjana poc representativa d'aquell terreny. Per altra banda, els SAFs del Sr. Beca no presenten inclinació, per tant aquesta variable no tindria efecte en ella, el poc segrest que hi ha en els SAFs d'aquest agricultor vindrà lligat a una altra variable explicativa, aquesta no seria representativa en aquest agricultor. Finalment El SAF del Ivo 2, és el que presenta la major inclinació de tots els SAFs i la que presenta més captura de carboni. Aquest resultat es pot justificar, ja que el SAF de l'Ivo es troba amb un sotabosc molt dens i cobert amb cacaus de vuit anys, per tant està molt poc exposat a patir rentat de sòl escolament superficial i erosió.

Textura: En aquest projecte s'han trobat diferents tipus de sòl, uns amb característiques de textura arenosa (propers al litoral), aquests tots pertanyen a un mateix agricultor. Altrament, els sòls amb textura argilosa que són tan els sòls agricultors d'interior com en els sòls dels agricultors del litoral. Les dades obtingudes sempre s'han tractat fent la mitjana dels sòls argilosos i sòls arenosos⁶⁸. Tal com s'ha cercat a la bibliografia es mostra que en els sòls argilosos hi ha una major concentració de carboni que en els sòls arenosos (figura 9.12).

Clima: Com més precipitació, menys estrès hídric del terreny, per tant més capacitat de segrest de carboni. Segons aquesta justificació es pot entendre la gràfica de dades de l'apartat de resultats 11.7 on s'hi representa els C en els sòls d'Itacaré i Taboquinhas. Tot i així es necessitarien moltes més dades històriques de precipitació i temperatura, ja que només s'han recollit les dels 2 anys més recents, per validar realment si hi ha una diferència clara de precipitació entre les dos regions estudiades tenia realment una influència significativa amb la capacitat de segrest de carboni.

67 Vegeu annex: Fitxes de Camp Ivo 2, Sr. Beca i Mundinho (CD material complementari).

68 Vegeu annex: Taules de tractament de dades de sòls.



Ús del sòl: Gràcies a les descripcions realitzades als agricultors en les fitxes de camp⁶⁹, s'ha elaborat un quadre resum de l'ús del sòl que s'ha fet en cada SAF (*taula 11.6 pàg 64*). Majoritàriament són sòls que anteriorment han patit una gran explotació agrícola per la pràctica del cultiu de mandioca, aquest fet, podria justificar els valors de carboni en el sòl. Les activitats agrícoles (o ramaderes) suposen una dràstica reducció de les entrades de matèria orgànica al sòl en forma de restes animals i vegetals. A més comporten importants reduccions de la biomassa microbiana i per tant de la seva activitat. La reducció de la matèria orgànica al sòl, unida als factors climàtics i l'ús del sòl, ha estat la causa d'una tendència cap a l'empobriment del sòl, accelerant processos d'erosió i una reducció de la capacitat de captura de C en el sòl.

Com a dada rellevant, els valors més alts de captura de carboni en el sòl, són obtinguts en els SAFs d'un mateix agricultor; Ivo. Juntament amb altres paràmetres que fan augmentar el carboni en el sòl. La gestió d'aquests SAFs també pot influir, ja que ens les descripcions es remarca que aquest és el que té una millor gestió, distribució i estructura heterogènia i organitzada. Un cop s'ha realitzat un anàlisi específic pels diferents factors que poden influenciar al SOC, els quals ens han ajudat a entendre els resultats de TnC/ha de cada SAF i, s'ha pogut establir un criteri de selecció de dades. Aquest criteri exclou les dades que no són representatives (atípiques) per l'estudi de la captació de segrest de C en el sòl en 20 anys⁷⁰.

És important saber com varia el SOC en vint anys i veure els diferents escenaris que es podrien trobar en un futur. El resultat final que es vol arribar és, l'estoc de C en que hi ha en un SAF en aquest període de temps, tenint en compte el carboni del sòl, espècies i sotabosc.

Segons l'estudi dels diferents factors que influencien en el SOC, s'ha observat que hi ha diferència entre els sòls de Taboquinhas i els sòls d'Itacaré. Per tant, s'han tractat les dades amb diferents models:

- Estoc de carboni amb vint anys amb els sòls de Taboquinhas⁷¹.
- Estoc de carboni amb vint anys amb els sòls d'Itacaré⁷².
 - Estoc de carboni amb vint anys amb els sòls argilosos d'Itacaré⁷³.
 - Estoc de carboni amb vint anys amb els sòls arenosos d'Itacaré⁷⁴.
- Estoc de carboni amb vint anys amb els sòls argilosos d'Itacaré- Taboquinhas⁷⁵

⁶⁹ Vegeu annex: fitxes de camp (CD material complementari)

⁷⁰ En la discussió dels escenaris finals s'explica l'exclusió de les dades.

⁷¹ Consultar apartat de resultats.

⁷² Ídem.

⁷³ Ídem

⁷⁴ Ídem.

⁷⁵ Ídem



Aquests models han permès fer diferents tractament de dades segons TnC/ha relacionats amb els anys i s'ha obtingut la següent discussió:

L'escenari més representatiu i amb major correlació positiva $r^2=0,6363$ és l'obtingut amb el Gràfic TnC/ha- Anys dels sòls de Taboquinhas (Resultats pàg 67 *figura 11.14*), excloent els dos agricultors d'un any (Ivo 1 i Fiado 1).

Els diferents escenaris que es plantejant⁷⁶ per la regió de Taboquinhas es basaran amb l'estoc del SOC obtingut de la funció logarítmica $Y=13,505 \ln(x)+73,991$, ja que és la que s'assembla més al creixement natural d'un SAF. L'estoc obtingut en vint anys és de 118,1806 TnC/ha i on la seva correlació aleshores serà de $r^2=0,8764$. El carboni en el sòl ens els primers anys tindrà un creixement significatiu i cada vegada s'anirà estabilitzant més.

Els valors de tnC/ha dels SAF del Ivo 1 i Fiado 2 s'han desestimat ja que són els SAF amb menys anys i els que presentaven més carboni. Aquests resultats poden venir condicionats per l'intens pretractament del sòl (anys 0) abans de plantar; molt aport de càlcia, compost orgànic i biofertilitzant fòsfor.

Els diferents escenaris que es plantejant per la regió d'Itacaré, segons els resultats obtinguts no es podran representar amb les dades reals recollides en aquest estudi, ja que la línia de tendència de captura de Carboni en el sòl fins d'aquí vint anys és descendent, tot i que la pendent sigui negativa hi ha una correlació força significativa $r^2=0,4723$. Quan s'ha obtingut aquests resultats s'ha pensat amb la possible influència de barrejar les dos textures de sòl (argilós i arenós) i s'han tractat les dades per separat. Però tot i així, els dos tractaments de dades per sòls separats tenen una clara tendència a disminuir, amb correlacions molt altes de $r^2=0,8$. S'ha pensat en la possibilitat d'influència dels anys més joves com els model de Taboquinhas, però només ha donat un canvi de pendent en els sòls arenosos i amb una correlació de molt poca significancia $r^2=0,047$. No obstant, cal remarcar que és fa un tractament amb molt poques dades i per tant aquest resultats no són vàlids pels objectius finals proposats.

És necessari realitzar més inventaris de parcel·les de sòls tant argilosos com arenosos de la regió d'Itacaré, per analitzar la tendència de captura de carboni al llarg dels anys. Si amb un cens de dades més significatiu la tendència continués sent negativa, s'hauria de realitzar un estudi més concret per saber quin paràmetre significatiu fa disminuir el SOC al llarg dels anys, ja que seria un resultat contradictori en un sòl forestal natural.

Finalment es desestimen el conjunt de resultats obtinguts en la regió d'Itacaré. S'ha fet un últim anàlisi que es tracta tot el conjunt de sòls argilosos, tant d'Itacaré com de Taboquinhas per veure el seu transcurs al llarg de vint anys. Abans de fer aquest tractament de dades, ja s'han exclòs les dades atípiques; Ivo 1 i Fiado 2, Sr.Mundinho i Domingo. El darrer SAF pot presentar dins d'ell dos tipus de sòl, ja que hi ha dos plantacions de cacau amb una diferència de quatre anys i el sòl d'ells ha patit amb diferent intensitat la pràctica del cultiu de mandioca.

⁷⁶ Vegeu apartat escenaris futurs.



La dada obtinguda de mostreig de sòl no és representativa, s'hauria d'haver analitzat el sòl dels dos sectors. Finalment en Domingo, aquest agricultor és l'únic que des de fa dos anys, el seu SAF no rep cap manteniment.

Finalment els resultats del conjunt de sòls argilosos (Taboquinhas i Itacaré) té un creixement positiu i amb una correlació significativa $r^2=0,44$ quasi del 50%, cal destacar hi ha una gran influència dels sòls de Taboquinhas en aquesta tendència positiva dels resultats. Per tant, els diferents futurs escenaris que es plantejaren per la regió d'Itacaré en SAF argilosos es pot tractar en funció $Y=3,264(x)+75,624$, on l'estoc obtingut en vint anys és de 67,84 TnC/ha (*figura 11.18*) i on la seva correlació aleshores serà de $r^2=0,8715$. Aquests dos últims models de la regió d'Itacaré, presenten error, no s'ajusten gaire a la realitat, és necessari fer més estudis. Per aquest motiu només es plantejaren els resultats però no es crearan els escenaris.

12.3.NECROMASSA I MATÈRIA ORGÀNICA MORTA

La necromassa i la matèria orgànica també poden segrestar una part de carboni, segons el temps de residència que tinguin en el sòl. Depenent del clima, i la gestió, aquest sotabosc tindrà un paper més important com a reservori de carboni.

La descomposició de la fullaraca i altres restes de matèria orgànica que cauen al terra, són descompostes per bacteris i fongs, aquests acaben retornant una bona part de C a l'atmosfera a través de la respiració heterotròfica (Pla i Rodà 1999).

Aquells climes on la descomposició sigui molt lenta i no hi hagi una gestió de tala del sotabosc, afavorirà la captació de carboni. En aquest estudi, s'ha trobat el cas contrari, els SAFs d'estudi són plantacions gestionades on el sotabosc es talla i el CO₂ acaba passant a l'atmosfera ràpidament, així que és difícil de comptabilitzar. No obstant, una altra variable important a comptabilitzar és M.O.M que passa al sòl. Aquesta variable ja es comptabilitza el l'apartat de sòls i és descriu segons l'observació del l'horitzó de l'humus, en la realització del perfil de sòl de cada SAF⁷⁷.

El sotabosc que es pot trobar en els SAFs estudiats es talla però no es crema ni es trasllada a cap altre lloc, és queda degradant-se en el sòl. Aquesta activitat només es duu a terme dues o tres vegades a l'any. El càlcul de carboni que té aquesta variable en aquest mostreig, no pot ser un indicador d'un increment d'emmagatzematge de carboni al llarg del temps, ja que no és constant i està sotmès a una gestió. Aquesta variable, pot tenir una relació amb el SOC actual, ja que com més dens i variat sigui el sotabosc, hi haurà una protecció del mantells del sòl superior i per tant, en el primer horitzó hi haurà un aport més constant de M.O i les condicions seran més favorables per aconseguir una M.O més estable en el sòl (temperatura i humitat). Per aquest motiu s'ha elaborat un gràfic de dispersió, amb les variable del sotabosc, recollit en una parcel·la de 25x25 cm en cada SAF i les TnC/ha, d'aquest mateix (resultats pàg 71 *figura 11.20*) .

⁷⁷ Vegeu annex: Fitxes de camp: perfil del sòl (CD material complementari)



S'observa una tendència positiva amb una correlació de $r^2=0,3278$, com més captació de carboni en el sòl, més sotabosc hi ha. Aquest resultat es pot justificar amb les descripcions del sotabosc de cada SAF⁷⁸, ja que els resultats obtinguts coincideixen amb aquells agricultors que tenen un sotabosc més dens i variat (ex: Carlos, Ivo 2) o aquells que tenen espècies de fulla caduca i que cobreixen tot el sòl (ex: Gasu1 i Antonio), on el sòl no està exposat tant a l'erosió, radiació incident, rentat del sòl, etc. Independentment de l'edat del SAF.

S'ha realitzat un estudi de correlació amb les diferents edats del sòl, però aquesta variable no té sentit en aquest estudi de captura de carboni en un temps determinat. S'hauria de recórrer a un anàlisi més detallat del ritme de l'augment anual de la biomassa aportada pel sotabosc. Aquesta variable ha permès veure que: com més aport de biomassa vegetal hi hagi pot afavorir a l'aport de M.O al sòl passant a humus un cop humificada (descomposada).

L'àrea basal total d'una parcel·la també pot ser una variable a considerar, ja que com més àrea basal hi hagi en un terreny més fusta. Més biomassa, equival a més captura de C (part aèria) i per altra banda també hi pot haver una relació amb el SOC, perquè serà un sòl més ric i més estable. Per tant ens interessa tenir arbres amb diàmetres grans i llenyosos per poder retenir més carboni.

S'ha elaborat un gràfic de dispersió (resultats pàg 71 *figura 11.21*), amb les variables de diàmetres (ja que hi havia una correlació més alta que amb les àrees basals), recollits en una parcel·la de 5x5 m en cada SAF i les TnC/ha, d'aquest mateix .

S'observa una tendència positiva amb una correlació de $r^2= 0,4007$, com més captació de carboni en el sòl, més presència d'arbres amb diàmetre més gran hi ha. Aquesta variable no es pot extrapolar a vint anys, ja que no pots posar una única edat en cada SAF, ja que l'edat dels arbres fruiters (edats referencial dels SAF) amb l'edat global dels diàmetres agafats en les parcel·les de 5x5 m no coincideix. En una parcel·la s'hi trobava tan arbres fruiters, com nadius, els quals podien haver estat plantats al mateix any que els arbres fruiters o tenir una edat més antiga. S'hauria d'inventariar de forma anual l'àrea basal total amb l'edat corresponent, per tal de saber el fluxe de creixement de les espècies i poder calcular la relació entre increment de diàmetre i TnC/ha.

Realitzar un índex de biodiversitat, per determinar la varietat d'espècies en una plantació, ens ajudaria també a saber la riquesa del terreny, ja que segons l'heterogenietat d'espècies (lligades a AB) pot influenciar més o menys en el creixement de la biomassa d'aquell SAF i conseqüentment en la captura de carboni.

Aquestes dues variables s'han tingut que desestimar per poder realitzar els diferents escenaris, ja que no aporten cap resultat representatiu ni significatiu. És una avaluació del seu estat en la zona que pot servir com indicador ens estudis futurs.

⁷⁸ Vegeu annex: Fitxa de camp: Sotabosc



11.4.DISCUSSIÓ GENERAL

Els resultats finals s'han obtingut mitjançant la suma dels valors obtinguts en el sector d'espècies i del sòl. La necromassa, M.O.M i l'AB s'han desastimat degut a la seva poca correlació i influència al llarg del temps, segons les dades i mostres recollides en l'inventari previ a l'estudi.

En aquest projecte s'ha volgut crear diferents escenaris, els quals tots tindran la mateixa mida; una hectàrea. En aquest terreny s'ha pensat fer una plantació de 100 individus amb una distància entre ells de 180 cm. Segons aquest criteri s'ha calculat l'àrea que un únic individu necessitaria per créixer, 11m².

Com a resultat final s'ha pogut obtenir el carboni emagatzemat que un individu (açaí, cupuaçú o cacau) capturaria al llarg de vint anys, tenint el conte també el carboni emagatzemat en el sòl que aquest individu ocuparia per créixer. Tot aquest conjunt de variables; C en el sòl i C en l'espècie, la seva suma és el que nosaltres hem ideat i hem anomenat **Unitat de Segrest de carboni(UdS)**.

Com a resultats més representatius per les espècies, són els obtinguts a través de la fórmula de Mitscherlich-baule (1990), 46,86 kg en biomassa per l'açaí que la proporció de carboni fixat és de 22,96 Kg de carboni, 43,34 kg en biomassa per cupuaçú que la proporció de carboni fixat és de 22,22 Kg de carboni, i 19,76 kg en biomassa per el cacau que la proporció de carboni fixat és de 9,68 Kg de carboni.

En els resultats de sòls com a més rellevants s'han agafat els valors de Taboquinhas, obtinguts del model on s'ha utilitzat només les dades dels sòls de Taboquinhas amb un 118,18 TnC/ha a vint anys, posteriorment s'ha calculat les tones de carboni que hi hauria en 11m², 141,114 kg CO₂/unitat de segrest.



13. PROPOSTES D'ACTUACIÓ

13.1. FUTURS ESCENARIS : PLANTEJAMENT D'ESCENARIS FUTURS

S'han creat unes propostes d'actuació que s'han anomenat **escenaris**. Aquests són metodologies de plantació que comporten uns resultats particulars a cada aplicació: de **màxima producció** agrícola, de **màxima diversitat** d'espècies i de **màxima captació de CO₂**. Amb aquests escenaris s'intenta aportar casos pràctics utilitzant els resultats obtinguts amb el càlcul de CO₂ per cada espècie desenvolupat en aquest treball.

Es pretén aportar informació gràfica i simplificada sobre les possibilitats de gestió que poden arribar a tenir els SAFs. Com que són escenaris extrems, mostren informació sobre casos que poden ser d'interès tant per agricultors com per empresaris.

La informació recollida en aquests escenaris és la quantitat d'individus que són plantats en una hectàrea, la proporció d'individus per espècies en funció de l'objectiu de l'escenari (diversitat, producció o emmagatzematge) i els valors de la producció extreta, el carboni capturat i el valor de la riquesa d'espècies.

ESCENARI 1: MÀXIM EMMAGATZEMATGE DE CO₂ A TABOQUINHAS

Descripció

En aquest escenari es pretén obtenir el màxim d'emmagatzemament de CO₂ en vint anys. Plantació tipus SAF d'açai i cupuaçú amb arbres forestals nadius en les primeres fases per ombrar i posteriorment dominat pels açais d'alt port. La vegetació del sotabosc passa de predominant herbàcia en uns primers estadis a molt poc freqüent o inexistent en estadis secundaris degut a l'absència de llum, a la gestió del terreny i al gran aportament de matèria orgànica de l'estrat arbori que cobreix el sòl.

Requeriments/ecologia

Com les espècies d'açai i cupuaçú són de climes càlids i humits, requereixen una temperatura superior amb una humitat relativa elevada. En els estadis juvenils i per un òptim creixement, es recomana realitzar una plantació amb ombrejat per conservar al mateix temps la humitat del sòl, tot i que no és necessari ja que aquestes espècies aguanten aquestes pitjors condicions.

Flora principal

- E. oleracea (açai)
- T. grandiflorum (cupuaçú)
- T. cacao (cacau)



Informació tècnica

1. Parcel·la d'una hectàrea.
2. Distància entre individus plantats 1,8 m. Individus per una hectàrea: 100.
3. 75 individus d'Açaí 10,586 tnCO₂/UdS, 13 individus Cupuaçú 1,825 tnCO₂/UdS i 12 individus de cacau 1,534 tnCO₂/UdS.
4. Valor del CO₂ capturat: en 20 anys: 194,78 R\$
5. El valor per la producció generada en 20 anys és de 177.070 R\$
6. Valor del PSA en 20 anys: en 20 anys: 79.960 R\$
7. Gràfic de barres:

Es pot observar com el valor dels diferents factors varia en funció dels escenaris com era d'esperar. En la figura 13.1 es comparen els diferents escenaris.

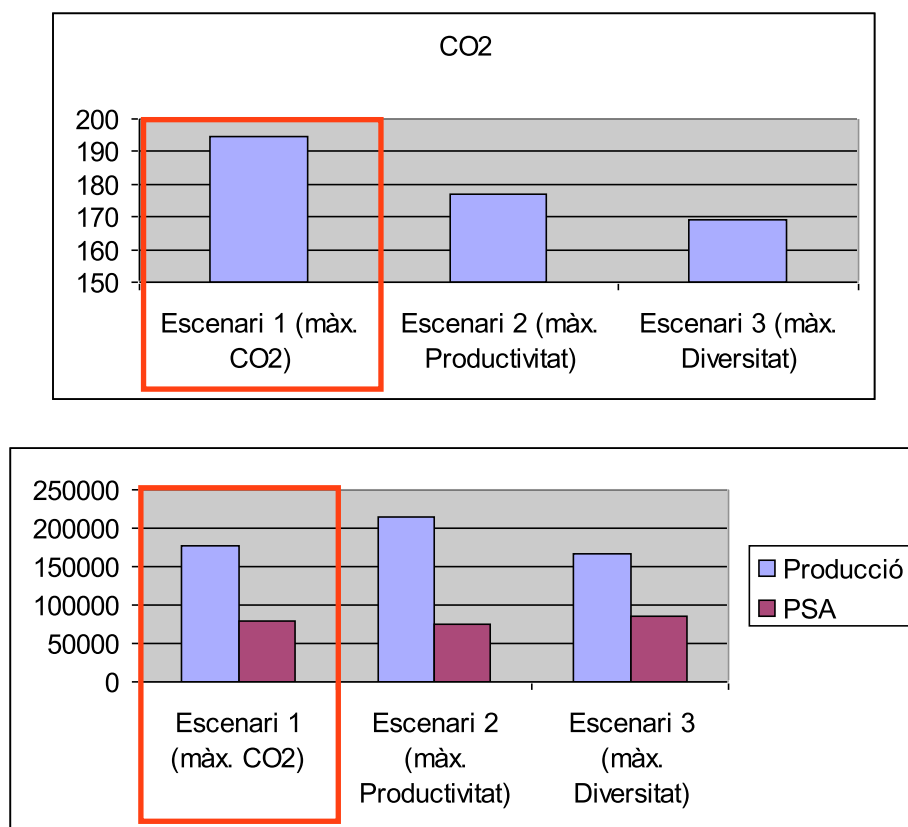


Figura 13.1 Gràfics comparatius entre els tres escenaris creats amb les variables de CO₂, productivitat i diversitat.
Elaboració: simbioCO2

8. Dibuix representariu de l'escenari:

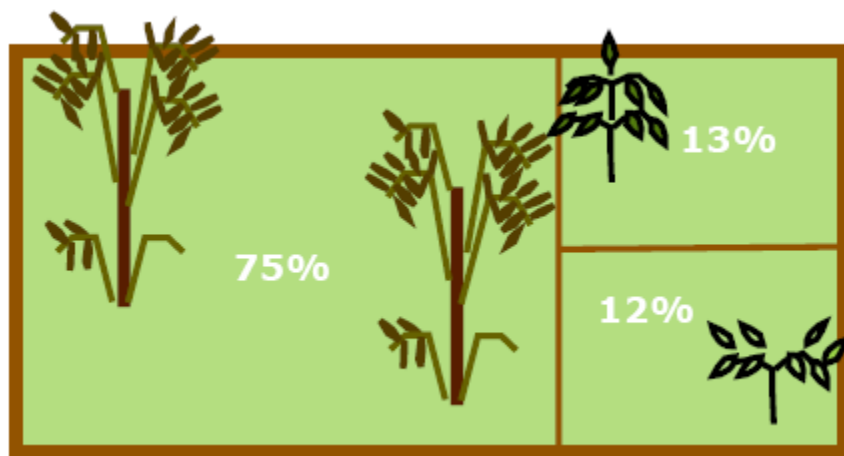


Figura 13.2 Dibuix de l'escenari de màxim emmagatzematge de CO₂. Elaboració: simbioCO2

ESCENARI 2: MÀXIM PRODUCCIÓ A TABOQUINHAS

Descripció

En aquest escenari es persegueix obtenir la màxima producció de fruits. És una plantació tipus SAF de cacau, açai i cupuaçú amb arbres forestals natius, en aquest cas per ombrar la plantació de forma permanent. El cacau sota ombra sembla ser que creix millor que el de solana (referència). L'estrat herbaci passa de dominant per les clarianes en estadis juvenils, a inexistent degut a la falta de llum i la gran presència de fulles que tapen el sòl. La plantació de cupuaçús i açais es fa per diversificar la producció i evitar els cultius tipus "cabruca" de només cacau.

Requeriments/ecologia

El cacau s'ha plantat tradicionalment en les regions humides càlides de la Mata Atlàntica per les condicions favorables de temperatura i humitat. Els cacaos creixen millor sota ombra, tant en la fase juvenil com en l'adulta. Flora principal

- T. cacao (cacau)
- E. oleracea (açai)
- T. grandiflorum (cupuaçú)



Informació tècnica

1. Parcel·la d'una hectàrea.
2. Distància entre individus plantats 1,8 m. Individus per una hectàrea: 100.
3. 75 individus de cacau 10,586 tnCO₂/UdS, 13 individus Cupuaçu 1,825 tnCO₂/UdS i 12 individus d'açai 1,534 tnCO₂/UdS.
4. Valor del CO₂ capturat: en 20 anys: 169,2 R\$
5. El valor per la producció generada en 20 anys és de 213.830 R\$
6. Valor del PSA en 20 anys: 73.960 R\$
7. Gràfic de barres:

Es pot observar com el valor dels diferents factors varia en funció dels escenaris com era d'esperar. En la figura 13.3 es comparen els diferents escenaris.

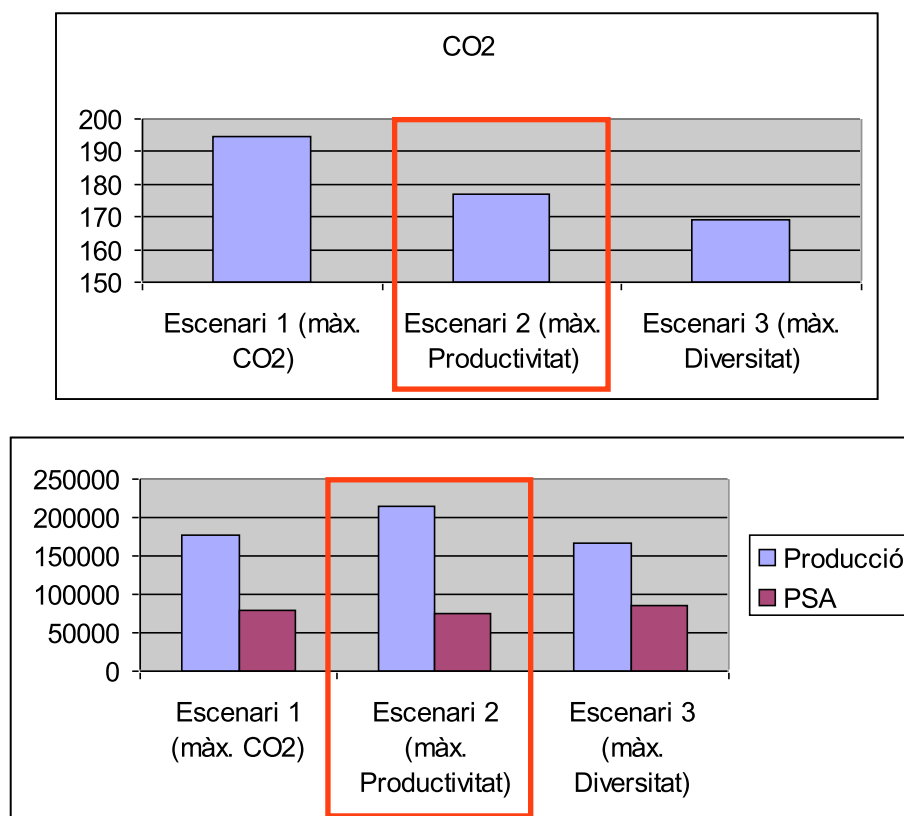


Figura 13.3 Gràfics comparatius entre els tres escenaris creats amb les variables de CO₂, productivitat i diversitat.
Elaboració: simbioCO2



8. Dibuix representariu de l'escenari:

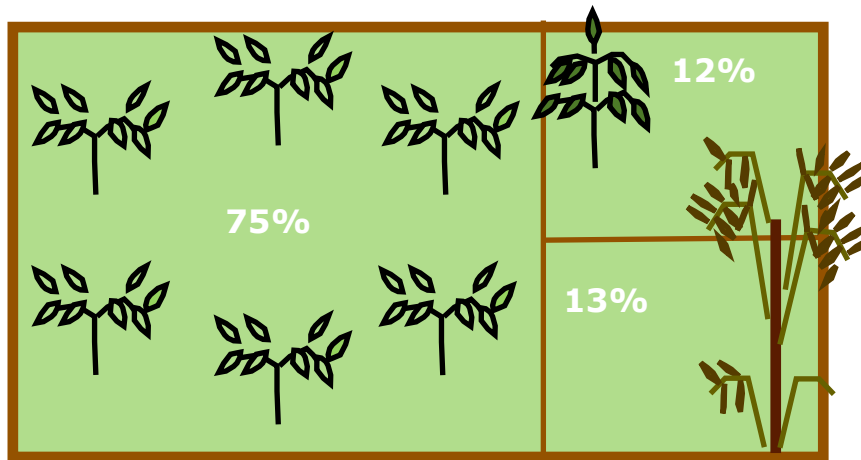


Figura 13.4 Dibuix de l'escenari de màxim emagatzematge de CO₂. Elaboració: simbioCO2

ESCENARI 3: MÀXIMA DIVERSITAT A TABOQUINHAS

Descripció

En aquest escenari es vol obtenir la màxima diversitat d'espècies per afavorir la biodiversitat. És una plantació tipus SAF d'açai, cupuaçu i cacau a parts iguals amb nombrosos arbres forestals natius. Així es conforma una plantació més heterogènia.

Requeriments/ecologia

Les espècies d'açai, cupuaçu i cacau en estadis juvenils creixen millor sota ombra. Amb la presència elevada d'espècies forestals natives s'aconsegueix un creixement.

Flora principal

- E. oleracea (açai)
- T. grandiflorum (cupuaçu)
- T. cacao (cacau)

Informació tècnica

1. Parcel·la d'una hectàrea.
2. Distància entre individus plantats 1,8 m. Individus per una hectàrea: 100.
3. 30 individus d'Açaí 10,586 tnCO₂/UdS, 30 individus Cupuaçu 1,825 tnCO₂/UdS i 30 individus de cacau 1,534 tnCO₂/UdS.
4. Valor del CO₂ capturat: en 20 anys: 169,2 R\$



5. El valor per la producció generada en 20 anys és de 166.520 R\$

6. Valor del PSA en 20 anys: 85.960 R\$

7. Gràfic de barres:

Es pot observar com el valor dels diferents factors varia en funció dels escenaris com era d'esperar. En la figura 13.5 es comparen els diferents escenaris.

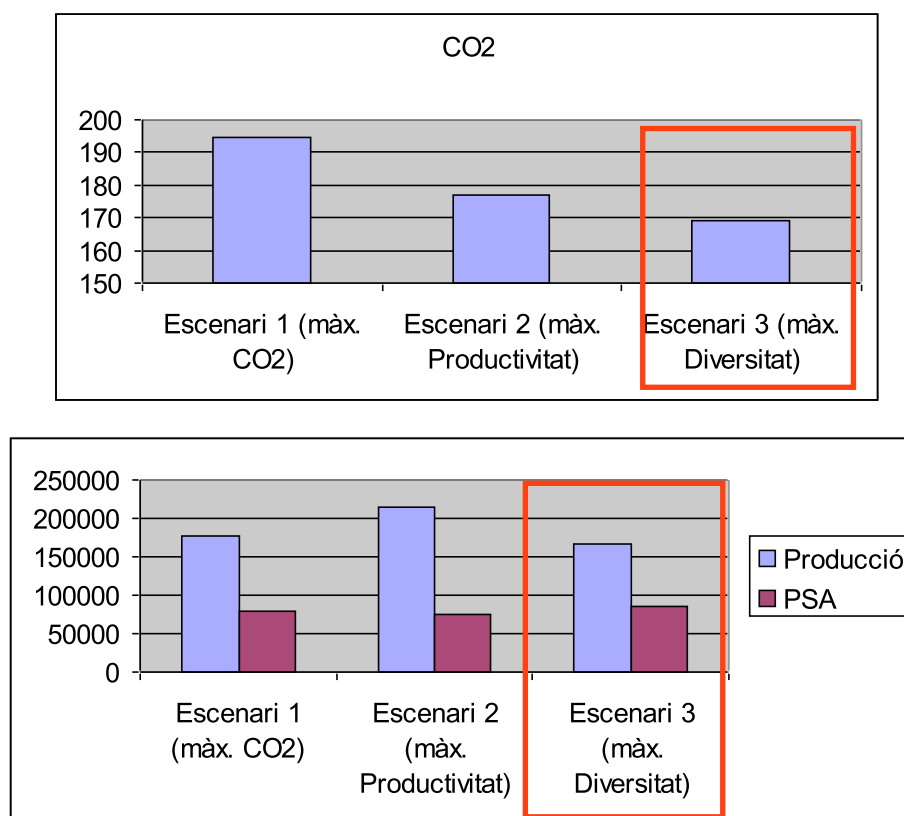


Figura 13.5 Gràfics comparatius entre els tres escenaris creats amb les variables de CO₂, productivitat i diversitat.
Elaboració: simbioCO2

8. Dibuix representatiu de l'escenari:

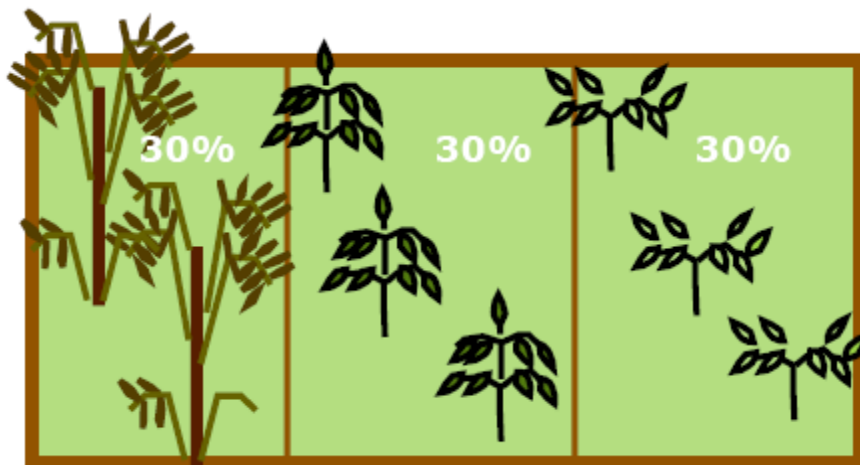


Figura 13.6 Dibuix de l'escenari de màxim emmagatzematge de CO₂. Elaboració: simbioCO2

13.2. ACCIONS DE MILLORA I DE SEGUIMENT DE METODOLOGIA PROPOSADA

Per parlar de les millores de gestió i seguiment ens centrarem amb les debilitats que s'han anat trobant a l'hora de realitzar el projecte. D'aquesta manera es podrà parlar de millores per a un bon seguiment de la continuïtat de l'estudi. En cas que aquest estudi es volgués continuar de cara a futurs estudiants o a futurs interessats. Estar clar que aquests punts de millora seran una eina bàsica per l'Associació "Mecenas da Vida".

Com s'ha pogut anar observant en el document hi ha diferents punts que tenen unes debilitats notables. Són uns punts a poder millorar en futurs estudis, per tal de realitzar un millor anàlisi amb les dades recollides.

Un dels punts observats que necessita una millor atenció és la part de la quantitat de mostres. Normalment en estudis de camp, les dades recollides han de ser la quantitat màxima per poder tenir un ajust a la realitat més exacte. Com més gran sigui el número de dades recollides més ajustat serà l'estudi a la realitat. Tots els estudis fets amb dades reals s'ha d'agafar una part significativa de les dades que es volen analitzar. Aquestes dades significatives han de ser un nombre suficientment elevat per tal que els resultats obtinguts tinguin una validesa correcta. Si el número de dades és insuficient l'estudi s'arrisca a obtenir dades no verdaderes i traure uns resultats incorrectes.

Per aquests motius un dels punts a poder millorar d'aquest projecte és el de recollir més dades per ser analitzades. El motiu pel qual en el present projecte s'han recollit aproximadament unes 2000 dades va ser el límit del temps (3 mesos). Es creu que amb més temps es podrien recollir més dades i extreure uns resultats més representatius i ajustats a la realitat.

Un altre punt a remarcar seria la quantitat d'agricultors que han participat en el projecte. Aquest punt va relacionat amb l'anterior. Si la quantitat de persones participants és més elevada la quantitat de dades serà major. En aquest cas en el present projecte s'ha estat



treballant amb 16 SAFs de 12 agricultors diferents. Si la quantitat de persones hagués sigut major, la quantitat de dades recollides haurien pogut ser majors també i més diverses.

A part de la quantitat de dades, una de les coses que milloraria recollir dades de més quantitat de SAFs seria la varietat de llocs. La possibilitat de recollir dades de més gent, fa que el terreny estudiat sigui més ampli i que l'estudi no se centri en un territori concret sinó que expandeixi els seus horitzons per tal d'abraçar major territori.

Una altra debilitat és la desestimació de les dades del sotabosc i la biomassa, ja que també és un sector que podria contabilitzar com a emagatzematge, tot i així es necessitaria un inventari anual de com evoluciona el sotabosc amb els anys del SAF i es podria saber el fluxe de carboni que té al llarg dels anys.

Cal destacar que una altra feblesa, és la no comptabilitat de segrest de carboni que té la capoeira a diferents anys dels terrenys dels agricultors. Si és tingués aquest càlcul, la suma de segrest de carboni del SAF més aquesta, donarien un resultat científic i concret on la ONG podria sumar un valor monetari que aquest sector tindria com a reservori de Carboni també. Per aquest escenari es necessitaria relitza un projecte paral·lel aquest.

Finalment una de les grans debilitats d'aquest projecte, és que els cens de mostreig ha estat realitzat al mateix any, i s'ha tingut d'extrapolar a vint anys i fer una selecció d'edats per poder tenir mostres de diferents anys, l'òptims seria inventariar un cens significatiu de forma anual o bianual, ja que d'aquesta manera es tindria una evolució real de l'arbre a any u, dos, tres, quatre....i d'aquesta manera els valors d'emagatzematge de CO₂, serien molt més reals i acotats. Aquest projecte presenta dades amb grans marges d'error.



14. COMPARATIVA ECONÒMICA DELS DIFERENTS ESCENARIS

Al llarg de tot aquest estudi que s'ha fet sobre la potenciabilitat de segrest de carboni que té un SAF a la regió d'APA i Itacaré- Serra Grande (Bahia, BRasil) s'ha intentat obtenir una metodologia que es pugui aplicar d'una forma senzilla, clara i útil per a tots els agricultors, per ells poder-ne fer una bona gestió i obtindren un recurs econòmic just.

Fins ara s'ha desenvolupat una metodologia per obtenir exactament les tones de carboni que tres espècies fruteres que formen part d'un SAF capturen. Un cop s'ha obtingut aquest resultat s'han plantejat diferents escenaris futurs per poder posar en pràctica aquest resultat. Aquests presenten per una banda una característica comuna, que seria la mida de la parcel·la (1 hectàrea) i per altra banda diferents característiques en quan a distribució de les espècies, tenint en compte diferents objectius: un SAF amb màxima biodiversitat, un SAF amb màxima producció i un SAF amb màxima captura de CO₂.

Ara en aquest apartat hi entra la vessant econòmica, on s'hi aplicarà un valor a la feina de l'agricultor i com hi ha actualment en el mercat un valor monetari a la tona de CO₂. Com s'ha estat parlant al llarg del projecte, aquests agricultors estan treballant amb sistemes agroforestals i estan rebent una borsa mensual que prové del pagament d'un empresari. Per tant, és important avaluar si l'agricultor segons el tipus de plantació de SAF que tingui, el seu programa de serveis ambientals surt rendible o no i la quantitat real que un empresari hauria de pagar.

L'emagatzematge i el segrest de CO₂ en biomassa forestal està considerat com a **Pagament de Serveis Ambientals, PSA** (Pagiola 2008)⁷⁹, per aquest motiu es pot considerar com un servei ambiental i aplicar-hi un pagament (valor monetari). S'enten com a PSA la transferència de recursos (econòmics i en espècie) entre agents socials amb l'objectiu d'incentivar actuacions més sostenibles per part dels propietaris/gestors dels recursos ambientals (Murdian et. al 2010)

Segons l'informe Millenium Ecosystem Assensments (MEA 2005) hi ha quatre categories de serveis que es poden tenir en compte per obtenir un recurs:

- Serveis de subministrament: serien els productes que els humans obtenen (beneficis): aliment, aigua fusta, etc.

En aquest projecte els agricultors el que obtindrien seria la producció d'aliment dels arbres fruiters: Açai, Cacao, Cupuaçu.

- Serveis de regulació: beneficis que s'obtenen de determinats processos que es desenvolupen en els ecosistemes; regulació de l'erosió del sòl, contaminació, biodiversitat, etc.

⁷⁹ Programa de serveis ambientals a Costa Rica a partir del 1997



En aquest projecte aquest servei seria el principal i més important, l'emagatzematge de CO₂ per part dels SAF, el control de l'erosió del sòl per part de les espècies arbòries i cultius lleguminosos i la funció de les diferents espècies en equilibri ecosistèmic.

- **Serveis de suport:** serveis que creen les condicions bàsiques per el subministrament d'altres serveis: producció primària, formació del sòl, el cicle de nutrients i la producció de O₂.

En aquest projecte els agricultors el que obtindrien de passar d'un sòl agrícola a un sòl forestal seria processos biogeoquímics que permetrien la formació d'un sòl ric, la circulació de nutrients, etc.

- **Serveis culturals:** beneficis no materials que s'obtenen de l'ecosistema, serveis educatius, enriquiment, desenvolupament cognitiu.

En aquest projecte el que els agricultors haurien de vendre com a servei cultural seria la bellesa paisatgística, el valor de les zones naturals i protegides (Mata Atlàntica) i l'educació ambiental.

Els PSA permet remunerar els propietaris/gestors (en aquest projecte serien els agricultors) dels recursos naturals per les externalitats positives que proveeixen a la societat en el seu conjunt o per la reducció de les seves externalitats negatives. Per poder vendre amb fermesa aquest serveis ambientals s'ha d'avaluar si els beneficis ambientals (externalitats positives) són majors que la destrucció d'ells (externalitats negatives). Per aquest motiu s'ha elaborat una matriu d'externalitats positives i negatives de la regió d'estudi i d'aquesta manera es pot veure com l'aplicació de la metodologia elaborada en aquest projecte associada a un preu econòmic com a serveis ambientals pot afavorir a tota la regió a nivell socioeconòmic, cultural i ambiental.

Externalitat positiva	Externalitat negativa
Enriquiment de la població, en quan a la seva identitat i història cultural	Pèrdua de tradicions de cultiu, com la cabruca.
Valoració de APA i la Mata Atlàntica	Pèrdua del valor paisatgístic
Augment del Turisme	Disminusió del turisme, pobresa.
Si els agricultors tenen producció, podran arribar a vendre el seu producte als empresaris locals i d'aquest manera generar mercat i augmentar l'economia de la regió	No es genera recursos i per tant el mercat no afavoreix al la població de la regió sinó a les exportacions de fora.
Disminució de la desforestació	Augment de la desforestació i crema de boscos.
Augment de l'endemisme i la biodiversitat, ja que és un dels pocs llocs que conserva Mata Atlàntica primària i per tant augmentaria l'interès científic de recerca i nous estudis	Pèrdua d'espècies endèmiques i l'augment d'espècies exòtiques.

Taula 14.1 Matriu externalitats positives i negatives. Elaboració: SimbioCO2.



Realment la relació que la ONG (intermediari) ha establert entre empresaris locals (compradors) i agricultors (proveïdors) es basa amb un programa de pagament per serveis ambientals on els que contaminen compensen el seu dany i afavoreixen a obtindren altres activitats que es fan gràcies al programa per augmentar el valor socioeconòmic i cultural de la regió i per altra banda els agricultors donen valor a les seves propietats i també n'extreuen un recurs.

És important realitzar una comparativa de preus entre els diferents escenaris i avaluar quina situació econòmica actual podriem obtenir aplicant aquesta metodologia pràctica afegint-li un valor monetari. Actualment el preu de la tona de carboni en el mercat és de 14 reals, amb aquest valor s'ha pogut calcular quan costaria les tones que s'han calculat en aquest projecte en el mercat actual (*taula 14.2*).

Espècie	Cost tona CO ₂ (real/tn)	Taboquinhas	Itacaré	cost d'UdS(real/unitat de segrest)	
				Taboquinhas	Itacaré
Açaí	14	0,141142	0,0908029	1,975988	1,2712406
Cupuaçú	14	0,140401	0,0900622	1,965614	1,2608708
Cacau	14	0,127867	0,0775275	1,790138	1,085385

Taula 14.2: Cost de l'unitat de segrest. Elboració SimbioCO2

Segons diverses fonts bibliogràfiques⁸⁰ (*taula 14.3*) s'han buscat els costos de producció de les diferents espècies i s'ha calculat segons els diferents escenaris, quin ingrés es podria obtenir gestionant el producte en el mercat, segons les condicions actuals.

Fruit	Kg fruita	Cost(reals)/ kg fruita
cupuaçú	1600	3200
açaí	1.850	9.250
cacau	2500	12500

Taula 14.3: Referències de preus de costos de producció de les tres espècies. Elboració SimbioCO2

Segons els preus en que es venen els productes i subproductes en el mercat actual, es veu clarament com amb un mínim de manufacturació el preu del producte augmenta considerablement (fruit de cupuaçú 2R\$/kg, polpa de cupuaçú 10R\$/kg). Així, si els agricultors tinguessin accés a una despulpadora ja sigui una empresa que oferís els serveis, o que es tingués en propietat comuna dins d'una cooperativa, l'escenari òptim seria el número dos amb 75% d'açaí, 13% de cupuaçú i 12% de cacau. Amb aquesta opció de plantació s'obtidria el **màxim segrest de carboni i el màxim rendiment econòmic**. Els guanys serien 624 R\$/ha/

⁸⁰ Consultar urlgràfia.



any de polpa de cupuaçú, 56.250 R\$/ha/any de polpa de l'açaí i 900 R\$/ha/any de polpa de cacau, que seria un ingrés per producció anual de 57.774 R\$/any que en un període de 20 anys serien 693.288 R\$, tenint en compte que els primers vuit anys les plantacions seran joves i no donen fruit o molt poc. Per altra banda tindrien un ingrés en vint anys de 194,98R\$ per l'emagatzematge de CO₂.

Els futurs escenaris proposats en aquest treball serien per poder aplicar-los a la realitat actual. El benefici obtingut en producció, s'extreuria de la venda de fruits de cacau i cupuaçú i el palmito de l'açaí, ja que aquells agricultors que tenen açaí al no tenir cap cooperativa ni comprador del fruit de l'açaí no el poden vendre i la venda de mudes.

Per tant, els resultat dels futurs escenaris presentarien un benefici **màxim en producció** (taula 13.3) diferents al de màxim emagatzematge. Es tindria un escenari de 75% de cacau 13% d'açaí i un 12% de cupuaçu on l'ingrés anual seria de 9.375 R\$/any en el cacau, 1.202,5 R\$/any en l'açaí i 384 R\$/any en el cupuaçú que seria un ingrés per producció anual de 10.961,5 R\$/ any que en un període de 20 anys serien 131.538 R\$, tenint en compte que els primers vuit anys les nostres poblacions seran joves i no donaran fruit. Per altra banda tindrien un ingés en vint anys de 176,76 R\$ per l'emagatzematge de CO₂.

L'escenari amb **màxim emagatzematge** (taula 13.3) hauria de presentar un 75% d'açaí 13% de cupuaçu i un 12% de cacau on en la producció s'obtindria un ingrés de 6937,5 R\$/any per l'açaí, 416 reals/anys pel cupuaçú i 1500 reals/any en el cacau, que seria un ingrés per producció anual de 8853,5 reals/ any que en un període de 20 anys serien 106242 reals, tenint en compte que els primers vuit anys les nostres poblacions seran joves i no donaran fruit. Per altra banda tindrien un ingrés en vint anys de 194,38 reals per l'emagatzematge de CO₂.

Finalment es podria plantejar un tercer escenari que seria aquell que el màxim interès és obtenir una **màxima diversitat** (taula 14.4) de les tres espècies estudiades, representades com un 33% de cacau 34% d'açaí i un 33% de cupuaçu on l'ingrés anual seria de 4125 reals/ any en el cacau, 3145 reals/any en l'açaí i 1056 reals/any en el cupuaçú. Seria un ingrés per producció anual de 8326 reals/ any que en un període de 20 anys serien 99920 reals, tenint en compte que els primers vuit anys les nostres poblacions seran joves i no donaran fruit. Per altra banda tindrien un ingrés en vint anys de 169,2 reals per l'emagatzematge de CO₂.



Escenaris	Espècie	Cost n ^a plançons/ha	Cost producció/escenari	Cost emagatzematge CO ₂ /ha	
				Taboq.	Itacaré
Màxima producció	Açaí	26	14.430	25,74	15,24
	Cupuaçú	24	4.608	23,52	16,38
	Cacau	150	112.500	127,5	81
TOTAL		200	131.538	176,76	112,62
Màxima captura CO ₂	Açaí	150	83.250	148,5	95,25
	Cupuaçú	26	4.992	25,48	16,38
	Cacau	24	18.000	20,4	12,96
TOTAL		200	106.242	194,38	124,59
Màxima diversitat	Açaí	66	37.740	59,4	38,1
	Cupuaçú	66	12.672	58,8	37,8
	Cacau	68	49.500	51	32,4
TOTAL		200	99.912	169,2	108,3

Taula 14.4: Cost de plànçons, producció i emagatzematge de CO₂ segons els tres escenaris plantejats. Elboració SimbioCO2

En l'annex⁸¹ hi ha els diferents balanços de despeses i ingressos que presentarien els tres escenaris creats amb un període de vint anys. En els diferents capítols es pot observar la diferència de valors monetaris tant de les despeses com dels ingressos de forma anual.

En aquests balanços s'ha aplicat tant la mà d'obra de l'agricultor com els materials i productes que es necessitarien al llarg de vint anys, per una banda. I per l'altra, aquells ingressos que ell podria obtenir per part de l'empresari, el qual pagaria l'emagatzematge de Carboni durant vint anys i un % per serveis ambientals (PSA) amb una periodicitat de cinc anys. Tots aquests balanços en els tres escenaris, presenten beneficis (*taula 14.5*). El que presenta un màxim benefici és l'escenari 2 amb 6.993,612 reals (**màxima producció**), seguit de l'escenari 1 de (**màxim emagatzematge de CO₂**) amb 6.464,112 reals i finalment l'escenari 3 (**màxima diversitat**) amb 6.623,812 reals.

Escenaris		
Diversitat	Producció	Captura CO ₂
6.464,112	6.993,612	6.623,812

Taula 14.5: Beneficis totals dels tres escenaris presentats en el projecte. Elboració SimbioCO2

81 81 Vegeu annex: Dades d'interès: Comparativa econòmica: Figura 11. Taules de balanços



14.1. RELACIÓ DE L'AVALUACIÓ ECONÒMICA PROPOSADA AMB L'ESTAT ACTUAL DE MECENAS DA VIDA

Actualment "Mecenas da Vida", aplica un valor monetari significatiu lligat al treball de l'agricultor i el pagament de l'empresari, que és la següent: per 5 arbres que planta l'agricultor, l'empresari paga 50 reals que correspon a la compensació d'1 tona de Carboni en vint anys. Aquest valor de forma anual correspon a 3600 reals que l'empresari paga per 100 arbres plantats anualment.

Per saber si "Mecenas da Vida" està utilitzant un valor equitatiu actualment, s'ha comparat amb els resultats obtinguts en el nostre estudi i s'ha arribat a la següent conclusió.

Avui dia Mecenas de Vida no té un recompte de les despeses que genera l'agricultor, no comptabilitza la mà d'obra, ni els materials, ni productes necessaris dels quals necessita disposar aquest per cuidar el seu SAF d'una forma explícita. Per altra banda, tampoc comptabilitza els beneficis que es podrien obtenir per PSA, ni l'ingrés que produiria a la llarga els Sistemes agroforestals.

La ONG atorga un valor monetari molt més elevat a la tona de carboni que el que nosaltres hem calculat, tot i així aquest resultat es pot considerar com a vàlid si li afegissin dins d'aquest, el valor de PSA.

S'ha calculat, quan hauria de pagar l'empresari només considerant l'emagatzematge de CO₂ juntament amb un valor de PSA que es pagaria una vegada amb 20 anys. El resultat dona un valor aproximadament de 4000 reals/20 anys. Aquest valor s'ajusta al que actualment està fent pagar a l'empresari per començar CO₂ que són 3.600 reals anuals.

Una proposta de futur per Mecenas, és que a la llarga es puguin aplicar uns preus reals per la mà d'obra de l'agricultor i un pagament per PSA just.



15.CONCLUSIONS

- S'ha pogut idear una metodologia de càlcul de carboni a vint anys basada en mètodes al·lomètrics i en la funció de creixement de Mitscherlich-Baule.
- S'han separat els diferents compartiments d'emmagatzematge en blocs d'estudi diferenciats: bloc espècies, bloc sòls i bloc matèria orgànica viva i morta del sotabosc. Aquests blocs s'han estudiat per separat i els resultats s'han sumat en el que s'ha anomenat Unitat de Segrest (UdS) i s'ha aplicat a uns possibles escenaris.
- Els blocs que més carboni acumulen en uns terrenys que reben mantenció són el d'espècies i el de sòls. El de matèria orgànica del subsòl és força estable, ja que la gestió sempre és la mateixa i no permet creixements de sotabosc gaire grans, i pel tipus de clima la degradació d'aquesta matèria orgànica morta és molt ràpida així com la incorporació al sòl.
- Es pot observar com la potencialitat de l'espècie *E. oleracea* és la major en captació de carboni i també la que té major rendiment econòmic si vengués la polpa del fruit (75.000R\$/ha·any) Seguida per *T. grandiflora* que gairebé la iguala però amb un rendiment econòmic baix (4.800R\$/ha·any de la venda de la polpa), i per *T. cacao* amb la meitat de CO₂ emmagatzemat però amb un rendiment econòmic moderat (16.875R\$/ha·any) venent les llavors de cacao assecades.
- Si els agricultors tinguessin accés a una despolpadora ja sigui per empresa privada o per cooperativa, i poguessin vendre els seus productes amb una mínima manufactura, obtindrien uns rendiments econòmics molt més elevats dels d'ara. És imprescindible l'estudi d'impacte socio-econòmic que causaria la facilitació d'accés a una màquina amb aquesta funció.
- Les impressions durant el treball de camp respecte quins SAF tindrien més CO₂, observant mides dels individus, quantitat de MO del sotabosc, color i profunditat dels horitzons al realitzar els perfils del sòl, coincideixen amb els resultats.
- L'ús de mètodes al·lomètrics per cada espècie en concret per calcular biomassa han resultat molt adients. L'estimació és molt aproximada ($R^2=0,987$ per el cacao, $R^2=0,93$ pel cupuaçú i, $R^2=0,95$ i $R^2=0,94$ per l'açaí) sense tenir que destruir l'individu per quantificar la seva biomassa.
- L'ús de diferents equacions per una mateixa espècie ha resultat contraproductiu, les equacions per individus de menys de 3 cm de diàmetre de la FAO subestimen la biomassa. Tot i així, en *T. grandiflora* el valor mínim de la fórmula específica i el valor màxim de la fórmula de la FAO són bastant aproximats i es pot pensar que en aquest cas, els valors no són tant inferiors.



- Al aplicar un model de creixement té les avantatges respecte a una relació lineal, que és un model que s'aproxima més a la realitat i que es contemplen altres variables exògenes dins de la mateixa equació. En aquest cas la influència del temps té molta més transcendència que les variables de AB de l'espècie més propera i la distància a la que es troba aquesta espècie.
- La previsió a vint anys és que les espècies de *E. Oleracea*, *T. grandiflora* i *T. cacaú*, augmentin fins a 46kg, 45kg i 19kg respectivament de biomassa amb un creixement logarítmic, que equival a 23kg, 22,5kg i 9,5kg respectivament de CO₂ absorbit. Aquests valors de biomassa coincideixen amb valors que altres autors han calculat com 47kg de biomassa per un açaí de vint anys (Cole, 2005), 19,3kg de biomassa per cacaú de 16-17 anys (Subler, 1994) i 42,7kg de biomassa per cupuaçú de 20 anys (Schroth, 2002).
- Dins del bloc espècies, els creixements de *E. Oleracea* i *T. grandiflorum* són bastant semblants tot i ser arbres amb creixements i formes molt diferents. *T. cacaú* és una espècie de port baix que es gestiona per obtenir la màxima producció de fruits.
- Els màxims de biomassa de les espècies són bastant pròxims (155kg pels açaí, 150kg pels cupuaçú i 120kg pels cacaús), la velocitat de creixement varia en funció de les condicions del terreny. En terrenys pobres en nutrients, la velocitat de creixement és inferior a la de terrenys més rics, com s'esperava. També s'ha observat com la competència amb altres espècies, sobretot en els primers estadis de vida de l'individu és determinant pel ràpid creixement del mateix.
- El carboni del sòl (quina proporció de carboni és del total) representa el 80% del carboni total emmagatzemat pels sistemes SAF estudiats i representa el major embornal, tal com s'havia previst.
- La qualitat del sòl és el factor més influent per el creixement dels individus en aquesta regió subtropical, sense el limitant de l'aigua al no haver-hi cap època d'estrès hídric. Així es fa evident la influència dels diferents usos del sòl i les pràctiques realitzades en el passat.
- Comparant el resultats econòmics obtinguts 4.000R\$ per valor de PSA, amb els de Mecenass da Vida 3.600R\$ anuals per tona de CO₂ es pot deduir que el valor que l'empresari paga com a compensació és equitatiu. Tot i així no es reflexa el valor real de la tona de carboni en el mercat actual 14R\$/tonelada de C.
- Els escenaris permeten idear de manera ràpida una plantació tipus i encarar-la a l'objectiu que es vulgui assolir: màxim rendiment econòmic, màxim segrest de carboni o màxima diversitat d'espècies.
- S'han enumerat diverses propostes de millora i seguiment d'aquest projecte, els resultats que s'obtidrien i altres possibles resultats que es podrien obtenir amb les mateixes dades recollides, com estudis de quins factors històrics han afectat més a la



qualitat del sòl, quines pràctiques afavoreixen el creixement de les espècies estudiades o quins factors són determinants a l'hora de començar una plantació SAF.

- Amb el coneixement de quins SAF són més productius i amb una major qualitat del sòl, s'han fet propostes de gestió dels terrenys tals com les pràctiques més adients.
- En l'anàlisi econòmic es veu com els màxims rendiments de fruits (subjectes al preu dels mercats actuals) es poden complementar amb els rendiments de captura de carboni, tot i que aquests donen un valor molt petit 194,78R\$ en vint anys, enfront del que s'obté per la venda dels productes agrícoles 177.070R\$ en vint anys, en l'exemple de l'escenari 1 de màxim segrest de CO₂.
- L'anàlisi comparatiu econòmic proposat, aconsegueix un preu aproximat (4.000 reals (any) davant el preu que esta pagant l'empresari actualment a la ONG (3600 reals/ any). Només tenint en compte l'emagatzematge de CO₂ i un valor de PSA amb una periodicitat de vint anys.



16.FONTS D'INFORMACIÓ

16.1.BIBLIOGRAFIA

BANCO MUNDIAL. "Informe sobre el desarrollo mundial 2010 (Desarrollo y cambio climático)". **Banco Mundial.** Washington, 2010.

BOADA JUNCÀ, Martí; SAURÍ PUJOL, David. "El canvi global". **Rubes Editorial S.L.** Barcelona, 2002.

BROWN, S. "Estimating biomass and biomass change of tropical forests". **FAO Forestry Paper 134.** Roma, 1997.

BROWN, S.; J. SATHAYE; CANNELL M.; P. KAUPPI. "Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management". **Commonwealth Forestry Review.** p. 80-91. UK, 1996.

CABELLO Joanna; GILBERTSON Tamra. "No REDD (una lectura crítica)". **Carbon Trade Watch & Indigenous Environmental Network & Editorial Tres Perros.** Méjico, 2010.

CAIRNS M.A.; BROWN, S.; HELMER, E.H.; BAUMGARDNER, E.H. "Root biomass allocation in the world's upland forest". 1997.

CAMPRODON SUBIRACHS, Jordi; PLANA BACH, Eduard. "Conservación de la biodiversidad, fauna vertebrada y gestión forestal". Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. (2ª ed.) Barcelona, 2007.

CHAVE, J.; ANDALO, C.; BROWN, S.; CAIRNS, M.A. "Tree allometric and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests". **Oecologia 145.** pp. 87-99. 2005.

CNE (Comisión Nacional de Energía); GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). "Guía del Mecanismo de Desarrollo Limpio para Proyectos del Sector de Energía en Chile". **ByB Impresores.** Santiago de Chile, 2006.

CORDERO, Jesus; BOSHIER, David H. "Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas". **OFI (Oxford Forestry Institute) & CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).** 2003.

DAYAL, Prabhu. "Differences Between Voluntary Carbon Credits and CERs". **UtiliPoint International Inc., Issue Alert.** 2007.

DIXON, R.K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R.A.; SALOMON, A.M.; TREXLER, M.C.; WISNIEWSKI; Y.J. "Carbon Pools and Flux of Global Forests Ecosystems". **Science 263.** pp. 185-190. 1994.

FAO (Food and Agriculture Organization). "Climate Change and Forests (State of the World Forests)". **FAO Corporate Document.** 2001.

FAO, 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. By Sandra Brown. FAO Forestry Paper No. 134. Rome.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. "Web de la fundació amb diferents recursos sobre la l'ecosistema Mata Atlântica". <http://www.sosma.org.br/>. Última visita: desembre 2011.

GUPTA, P.K., JHA, A.K., KOUL, S., SHARMA, P., PRADHAN, V., GUPTA, V., SHARMA, C., SINGH, N. "Methane and nitrous oxide emission from bovine manure management practices in India". **Environmental Pollution 146,** pp 209–224. 2007.



HEDDE, M.; AUBERT, M., DECAËN S., BUREAU, F. "Dynamics of soil carbon in a beechwood chronosequence forest". **For. Ecol. Manag.** **255**. pp 193-202. 2008.

HOUGHTON, R.A. "Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management". **Tellus B**. 2003.

HOUGHTON, R.A.; DING, Y.; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; van der LINDEN, P.J.; DAI, X.; MASKELL, K.; JONHSON, C.A. "Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". 2001.

Informe intern "Mecenas da Vida": Anàlisi de Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats (DAFO) sobre la metodologia emprada per la ONG Mecenas da Vida

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). "Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero". Editors: Simon Eggleston, Leandro Buendia, Kyoto Miwa, Todd Ngara i Kiyoto Tanabe. **IGES (Institute for Global Environmental Strategies)**. Japó, 2006.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). "Climate change 2007 The fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". **Cambridge University Press**. Cambridge, 2007.

KIRBY, Kathryn R.; POTVIN, Catherine. "Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project". **Forest Ecology and Management**, **246**. 2007.

LAL, R. "Forest soils and carbon sequestration". **For. Ecol. Manag.** **220**. pp 242-258. 2005.

LINACRE, Nicholas; KOSSOY Alexandre; AMBROSSI Philippe. "State and Trends of the carbon market 2011". **Carbon finance at the World Bank, environment department**. Washington, 2011.

MACDICKEN, K. G. "A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agroforestry Projects". **Winrock International Institute for Agricultural Development**. Arlington, 1997.

MARCOS, E.; MORAGAS, J.R.; ROMEO, I. "El Mercado de Emisiones de CO₂ en 2008 (Transición hacia un mercado mundial)". **SENDECO2, La Bolsa de CO₂**. Barcelona, 2008.

MÁRQUEZ, Lilian. "Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo". **Fundación Solar**. Guatemala, 2000.

MONTERO GONZÁLEZ, Gregorio; RUIZ-PEINADO GERTRUDIX, Ricardo; MUÑOZ MARTÍNEZ, Marta. "Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles". **Monografías INIA: serie forestal nº13 (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) & Efca S.A.** Madrid, 2005.

NAP (National Academy Press). "Climate change science: an analysis of some key questions". **National Academy Press**. Washington DC, 2001.

NAVAR, Jose. "Biomass component equations for Latin American species and groups of species". **INRA, EDP Sciences**. México, 2009.



NAVAR, Jose; SILVA-ARREDONDO, Flor María. "Factores de expansión de biomasa en comunidades forestales templadas del norte de Durango, México". **Rev. Mex. Cien. For.** Vol.1 Núm.1. México, 2009.

ODG (Observatori del Deute en la Globalització). "El deute de carboni". **Càtedra UNESCO a la UPC & Col·lectiu per la difusió del Deute Ecològic.** Barcelona, 2002.

PARDOS CARRIÓN, Jose Alberto. "Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global". **Monografías INIA: serie forestal nº20 (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) & I.G. Solprint S.L.** Madrid, 2010.

RENDÓN CARMONA, Nelson; SOTO PINTO, Lorena. "Metodología rápida para la estimación y monitoreo de captura de carbono". **El Colegio de la Frontera Sur.** México, 2007.

RONCAL GARCÍA, Sandra M. "Estimación de carbono en sistemas agroforestales en comunidades indígenas de Chiapas, México". **Tesis. El Colegio de la Frontera Sur.** México, 2006.

SABINE, Christopher L.; HEIMANN, Martin; ARATXO Paulo; VALENTINI, Ricardo; GRUBER, Nicolas. "Current status and past trends of the global carbon cycle". En: Integrating humans, climate and the natural world. **CB Field & M.R. Raupach, Island Press.** Washington, 2004.

SCHLESINGER, W.H. "Biogeochemistry: An analysis of global change". **Academic Press.** San Diego, 1991.

Schroth, 2002. Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia : consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years.

SIERRA, C.A.; DEL VALLE, J.I.; ORREGO, S.A.; BENJUMEA, J.F. "Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia". **Forest Ecol. Manag.** **243.** pp 299-309. 2007.

SIMULA Markku. "REDD Finance Mechanisms". **TFD Background Paper.** 2009.

STERN, Nicholas. "The economics of climate change (executive summary)". **Stern Review On The Economics Of Climate Change.** UK, 2006.

Subler ,1994. "Allometric equations for estimating the above-ground biomass of cacao stands in the eastern amazon brasil"

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). "CDM Methodology Booklet". **Climate Change Secretariat (UNFCCC).** Bonn, 2010.

WATSON, Charlene. "Forest Carbon Accounting: Overview & Principles". **London School of Economics and Political Science.** 2010.



16.2.URLGRAFIA

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. "Web de la fundació amb diferents recursos sobre la l'ecosistema Mata Atlântica". <http://www.sosma.org.br/>. Última visita: desembre 2011.

TEMPS DE BRASIL: Itacaré i Taboquinhas 2011-2012. <http://www.accuweather.com/ca/br/brazil-weather>. Última visita: Maig 2011.

DEFINICIONS: www.wikipedia.org. Última visita: Maig 2011.

Black 2011, BBC - http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/richardblack/2011/01/forests_redd_or_dead.html

Gobiernospanol.es - <http://www.gobiernospanol.es/conferencia-clima-durban-marm-informa-acuerdos-adoptados-conferencia-g380540974-p5>

DENSITATS DE FUSTES: www.iiap.org.pe

DENSITATS DE CUPUAÇU: <http://www.achetudoeregiao.com.br/arvores/cupuacu.htm> - densitat cupuaçu

www.gobiernospanol.es.

www.floripatimes.com

IPPC: www.ippc.int

CEPLAC: www.ceplac.gov.br

ONG: <http://www.mecenasdavid.org.br/espanol/programas/turismo-carbono-neutro>

COSTOR DE PRODUCCIÓ:

http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/cupuacu.pdf

<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/1492/cupuacu.htm>

http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/Cot303_cupuacu.pdf

<http://www.arara.fr/BBACAI.html>

<http://www.carlosduarte.ecn.br/projetopolpacongelada.htm>

<http://www.zchocolat.com/z34/chocolate/chocolate/el-arbol-de-cacao.asp>



16.3.AGENTS CONSULTATS

Ruben Javier Mur Torrentó	Llicenciat en Ciències Ambientals. Personal docent investigador del Departament d'Economia. Grup d'Investigació Econòmica.
Antonio Bueno	Informàtic departament d'Informàtica UdG
Elena Gorriz Mifsud	Enginyera Forestal
Eva Arbat Bau	Llicenciada en Ciències Ambientals. Cofundadora de l'associació Mecenass da Vida.
Salvador Ribeira	Enginyeria Forestal. Brasil. Associació Mecenass da Vida.
Tiago Tombini	Gestió ambiental. Brasil. Associació Mecenass da Vida.
Claudio Padua	analista de sòls CEPLAC
Quintino Reis	CEPLAC
I'Erivaldo da Souza	CEPLAC
Robério Pacheco	CEPLAC
George Pellegrini	CEPLAC



17. GLOSSARI

Cabruca: Model sostenible d'agricultura de climes tropicals. És un sistema ecològic de cultiu agroforestal. Basat en la substitució d'estrats florestals per una cultura d'interès econòmic, implantada en el sub-bosc/sotabosc de forma descontínua i envoltada per la vegetació natural, sense perjudica les realcions medològiques dels sistemes restants.

Crèdits de carboni: unitats equivalents, "susceptibles de transmissió que representen una tona de diòxid de carboni equivalent". Els crèdits de carboni pretendre ser els mecanisme d'intercanvi i negociació en l'àmbit dels mercats de carboni (mercat de recursos naturals), d'aquesta forma aquelles activitats emissores de CO₂ hauran d'acudir a aquests mercats a la compra d'aquests drets d'emissió, sufragant en part el cost ambiental derivat de la seua contaminació, fomentant així la inversió en millors pràctiques i en mesures correctores que minimitzen el seu impacte ambiental i per tant disminuint la seua petjada ecològica.

Desenvolupament cognitiu: és el procés pel qual un nen aprèn a conèixer l'entorn i com això afecta al seu cervell i les connexions neuronals que s'hi estableixen. Aquest desenvolupament permet tractar amb conceptes com el de nombre, espai, llenguatge, autoconsciència, relació d'idees i percepció de l'altre.

Efecte cascada: es refereix a un procés que té lloc en forma esglaonada, d'un esdeveniment inicial a una conclusió aparentment inevitable.

Gas hivernacle (GEH): Un gas hivernacle, o gas d'efecte hivernacle, és un contaminant atmosfèric en estat gasós que contribueix a agreujar l'efecte hivernacle a la Terra. L'atmosfera conté diversos gasos (la majoria en quantitats molt petites) que retenen l'escalfor que reflecteix la Terra. El diòxid de carboni (CO₂), el metà, l'òxid nítrós, el vapor d'aigua i l'ozó són presents de forma natural en l'atmosfera. Tots són gasos hivernacle. En l'atmosfera també podem trobar algunes substàncies produïdes per l'activitat humana que augmenten l'efecte hivernacle, com els gasos CFC, els principals responsables del deteriorament de la capa d'ozó, que protegeix la vida a la Terra de les radiacions perjudicials del Sol. Sense la presència de dos dels gasos hivernacle naturals, el CO₂ i el vapor d'aigua, la temperatura de la Terra estaria a 30 °C per sota de l'actual.

Humus: es la capa superior del sòl creada i mantinguda per la descomposició de la matèria orgànica, essencialment per l'acció combinada dels animals, bacteris i de fongs del sòl. L'humus estable proporciona fertilitat tan des del punt de vista físic com químic, però també té propietats contra la supressió de les malalties que es donen a través del sòl. Físicament l'humus ajuda a retenir la humitat incrementant la microporositat, i facilita una bona estructura del sòl. Químicament l'humus incorpora oxigen i fa augmentar la capacitat de bescanvi catiònic.

Mandioca, iuca (*Manihot esculenta*): és una planta de la família Euphorbiaceae. D'aquesta planta s'obté la tapioca, aliment ric en glúcids com el midó.



Es conrea com a aliment bàsic a molts països tropicals. La tapioca és la tercera font de hidrats de carboni de la humanitat. La tapioca es classifica com "dolça" o "amargant" depenent del nivell de la substància tòxica (glucòsids cianogènics) que conté. Una preparació poc acurada de la tapioca causa una malaltia anomenada konzo. Tanmateix els agricultors prefereixen conrear varietats "amargants" ja que són més resistents a les plagues.

Sertão: és una gran regió geogràfica semiàrida del Nord-est Brasil, que inclou parts dels estats de Sergipe, Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará i Piauí. Geogràficament, el sertão consisteix principalment de turons de poca alçada que formen part del *Planalto Brasileiro*. La major part del *sertão* està entre 200 i 500 metres sobre el nivell del mar, les màximes elevacions es troben en el costat oriental del *Planalto de Borborema*, on es barreja amb una regió subhúmida coneguda com agrest, a la Serra de Ibiapaba a Ceará i al serral do Periquito del Pernambuco central. Al nord, el *sertão* s'estén a les planes costaneres de Rio Grande do Nord, mentre al sud desapareix a la franja nord de Minas Gerais.

SAF: Sistema agroforestal⁸². És un sistema sostenible de maneig de cultius i de terra que procura augmentar els rendiments en forma contínua, alternant la producció de cultius forestals arboris i arbustius (que abasten fruiters i altres cultius arboris) amb cultius de camp o llaurables i / o animals de manera simultània o seqüencial sobre la mateixa unitat de terra, aplicant a més, pràctiques de maneig que són compatibles amb les pràctiques culturals de la població local hi ha altres criteris que es poden utilitzar per classificar les pràctiques i sistemes agroforestals (Nair 1985). S'utilitzen amb més freqüència, l'estructura del sistema (composició i disposició dels components), funció, escala socioeconòmica, nivell de maneig i la distribució ecològica. Quant a l'estructura, els sistemes agroforestals poden agrupar de la següent manera:

- Agrosilvicultura: l'ús de la terra per a la producció seqüencial o concurrent de cultius agrícoles i cultius boscosos.
- Sistemes silvopastorals: sistemes de maneig de la terra en què els boscos es manegen per a la producció de fusta, aliment i farratge, com també per a la cria d'animals domèstics.
- Sistemes agrosilvopastorals: sistemes en què la terra es maneja per a la producció concurrent de cultius forestals i agrícoles i per a la cria d'animals domèstics.
- Sistemes de producció forestal de multipropòsit: en què les espècies forestals es regeneren i manegen per produir no només fusta, sinó també fulles i / o fruites que són apropiades per a aliment i / o farratge.

Vassoura de bruxa: és una malaltia del cacau causada per un fong basidiomicet *Moniliophthora perniciosa* Stahel Aime i Phillips-Mora. És una malaltia de major impacte econòmic en els països productors de cacau d'Amèrica del Sud i les illes del Carib. *M. perniciosa* ataca les regions meristemàtiques de cacau, fruites, brots i principalment coixins de

82 ICRAF Consejo Internacional para la Investigación en la Agroforestía 1982



flors, causant forta caiguda en la producció, provocant un desenvolupament anormal, seguit per la mort de les parts infectades.



18.ANNEX

Dades d'interés

Artícles fòrmules biomassa d'espècies

Artícles equacions al·lomètriques d'espècies

Model fitxa de camp

Exemple fitxa de camp

Fitxes de materials

18.1 ANNEX TAULES (CD)

Taules de dades d' inventari d'espècies

Taules de dades d'inclinació

Taules de dades de sòls

Taula de dades de M.O.M i necromassa

Taula d'àrea Basal

Taula mare

18.2 MATERIAL COMPLEMENTARI (CD)

Fitxes de camp:

1. Antonio
2. Carlos
3. Domingo
4. Edi
5. Fiado
6. Gasu1
7. Gasu2
8. Ivo1
9. Ivo2
10. Miguel
11. Mundinho
12. Sr.Beca1
13. Sr.Beca2
14. Sr.Beca3
15. Sr.Beca4